This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

DEC
2252

283.8

Library of the Museum

OF

COMPARATIVE ZOÖLOGY,

AT HARVARD COLLEGE, CAMBRIDGE, MASS.

Founded by private subscription, in 1861.

In Exchange from the
Naturhist. Ver. d. preuss. Rheinlande
u. Westfalens in Bonn.
No. 3501.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Verhandlungen

des

naturhistorischen Vereines

der

preussischen Rheinlande und Westfalens.

Mit Beiträgen von

Ketteler, Mallet, Winter, Ascherson, vom Rath.

Herausgegeben

von

Dr. C. J. Andrä,

Secretär des Vereins.

Zweiunddreissigster Jahrgang.

Vierte Folge: 2. Jahrgang.

Mit 28 Holzschnitten und einer Tabelle.

Bonn.

In Commission bei Max Cohen & Sohn (Fr. Cohen).

1875.

Digitized by Google

Universitäts-Buchdruckerei von Carl Georgi in Bonn.

Digitized by Google

Inhalt.

Geographie, Geologie, Mineralogie und Palaeontologie.

		Seite
R. Mallet: Ueber vulkanische Kraft: ein Versuch ihre wirkliche Ursache und ihre kosmischen Beziehungen zu entwickeln. Aus dem Englischen übertragen und mit Anmerkungen begleitet von A. v. Lasaulx	Verhdl.	125
vom Rath: Die Meteoriten des naturhistorischen Museums der Universität Bonn	-	353
Andrä: Ueber einen Paraffin enthaltenden fossilen Brennstoff von Hartley in Neu-Süd-Wales	Sitzgsb.	5
vom Rath: Ueber eine Tridymit-Eruption auf der Insel Vulcano	-	14
v. Dechen legt vor und bespricht das von Ritter von Hauer herausgegebene Werk: Die Geologie und ihre Anwendung auf die Kenntniss der Bodenbeschaffenheit der Oesterreichisch-Ungarischen Monarchie	-	20
Schlüter: Ueber die Gattung Turrilites und die Verbreitung ihrer Arten in der mittleren Kreide Deutschlands	-	27
— legt Baculites Knorrianus mit beiden Aptychen-Schalen vor	-	31
vom Rath legt mehrere Geschenke vor, welche der mineralogischen Abtheilung des naturhistorischen Museums gemacht wurden	-	39
— legt vor und bespricht eine Krystallfigurentafel mit den Gestalten der Kalkspathe von Ahren	-	40
v. Lasaulx: Ueber Krystalle des Granats von Geyer im sächsischen Erzgebirge	-	42
— bespricht eine von Herrn Dr. B. Lersch in Aachen zusammengestellte Statistik der Herzogenrather Erdbeben von 1873 und 1874	-	42
S. Stein theilt die Analysen manganhaltiger Brauneisensteine mit	-	44
v. Dechen legt eine bei Remich gefundene keilförmige Steinwaffe vor	-	53
— berichtet über den Jahresbericht der Commission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere (1872 und 1873)	-	53
vom Rath legt Quarz führenden Dioritporphyr von Quenast in Belgien vor	-	57

Digitized by Google

		Seite
vom Rath zeigt und bespricht 2 merkwürdige Diamantkrystalle	Sitzgsb.	57
— berichtet über die neueste Untersuchung von Des Cloizeaux, die optischen Eigenschaften der triklinen Feldspathe betreffend	-	58
— Ueber seine Untersuchung des Plagioklas im Trachyt der Perlenhardt	-	58
Gurlt bespricht das Kupfererzvorkommen in den Burra-Burra-Gruben in Südaustralien und legt Erzstücke vor	-	60
Dünkelberg: Ueber die Trockenlegung des Fuciner Sees	-	75
Gurlt: Ueber ein neues Steinsalzvorkommen bei Hänigsen (Hannover)	-	76
v. Dechen legt vor und bespricht das 3. Heft des I. Bandes der Abhandlungen zur geologischen Specialkarte von Preussen und den Thüringischen Staaten	-	80
vom Rath: Ueber den Monzoni im südöstlichen Tirol	-	85
Gurlt: Ueber Farnreste aus dem Thonschiefer von Tergove in der Kroatischen Militärgrenze	-	124
v. Lasaulx: Ueber die aus der Tiefenbeobachtung des Herrn Bergrathes Dunker an dem über 4000 Fuss tiefen Bohrloch zu Sperenberg etwa zu ziehenden theoretischen Schlüsse	-	134
— Ueber den Einsturz der abgebauten Glocke des Krugschachtes zu Königshütte in Schlesien	-	135
Schaaffhausen legt ein Fersenbein von Equus fossilis vor	-	136
— bespricht von Prof. Fuhlrott eingesandte fossile Knochen aus dem Neanderthal	-	136
vom Rath: Ueber die im März d. J. in Skandinavien niedergefallene Asche und die vulkanischen Ausbrüche auf Island	-	137
— berichtet weiter über die vulkanischen Eruptionen auf Island während der Monate März u. April	-	154
— über eine Arbeit von Brögger und Reusch: »über die Apatitvorkommnisse in Norwegen«	-	161
— legt Geschenke vor, die das mineralogische Universitäts-Museum erhielt	-	163
Mohr trägt eine neue Ansicht über die Ursache der Eiszeiten vor	-	166
vom Rath weist auf das Unhaltbare der vorstehenden Ansicht hin	-	168
Bluhme bespricht Sadebeck's Abhandlung: »Ueber die Krystallisation des Bleiglanzes«	-	168
vom Rath: Ueber die Meteoritensammlung des naturhistorischen Universitäts-Museums	-	185
— erwähnt verschiedene Geschenke, die dem mineralogischen Museum gemacht sind	-	187
Gurlt: Ueber Meteorsteinfälle im Alterthume und über angebliche neuere Meteoreisenmassen	-	189
Mohr: Ueber ein eigenthümliches Olivinvorkommen im Basalt (siehe S. 273)	-	198
Schaaffhausen legt ein Stück Trachytconglomerat mit einem Pflanzenrest vor	-	199

Digitized by Google

		Seite
vom Rath legt ein dem mineralogischen Museum als Geschenk überwiesenes Stück Meteoreisen von Ovifak vor	Sitzgsb.	201
— legt eine mit Wasser gefüllte Chalcedon-Mandel vor	-	202
— bespricht: »Geognostisch-chemische Mittheilungen über die neuesten Eruptionen auf Vulcano und die Produkte derselben« (Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch.)	-	203
Gurlt: Ueber die vulkanischen Spaltensysteme auf Island	-	204
Fabricius: Ueber die Abrutschungen auf dem bei Caub gelegenen Berggehänge	-	204
Stein: Ueber die lithionhaltige Quelle zu Birresborn bei Gerolstein	-	205
Mohr: Ueber ein eigenthümliches Vorkommen von Olivin als Gang mitten durch eine Olivinmandel	-	278
Schaaffhausen: Ueber die begonnene Untersuchung westfälischer Höhlen	-	273
v. Dechen legt die 6. Lieferung der geologischen Karte von Preussen und den Thüringischen Staaten vor	-	274
vom Rath: Ueber den sogenannten Herschelit oder Seebachit von Richmond in Victoria	-	280
— Ueber Sanidin durch Sublimation gebildet, und neue Combinationen des Anatas	-	280
— Ueber Süss's Werk: die Entstehung der Alpen	-	280
Mohr: Ueber die Bedeutung des Gotthard-Tunnels für die Geologie	-	282
vom Rath berichtigt eine von Mohr vorgetragene Auffassung über die schwarzen Schiefer der Nufenen	-	298
— legt aus dem Schmelzfluss entstandene rhombische Octaëder des Schwefels vor	-	299
— legt mehrere dem Museum in Poppelsdorf überwiesene Geschenke vor	-	299
— legt das Werk von Prof. Dr. Krenner über die Eishöhle von Dobschau in Ungarn vor	-	301
Gurlt legt zwei interessante Bleiglanzstufen von Engelskirchen vor	-	304
— Ueber das Steinsalzvorkommen im Keuper bei Hänigsen	-	317
Seligmann bespricht verschiedene Mineral-Vorkommen der Grube Friedrichssegen bei Oberlahnstein	-	317
v. Dechen: Ueber das Riesgau bei Nördlingen	-	318
F. Winter: Einige Notizen zur Analyse der Mineralquelle bei Gerolstein	Corr.-Bl.	40
Pietsch: Naturwissenschaftliche Beobachtungen in der Gegend von Minden	-	44
Banning: Ueber Wirbelthierreste aus Geröllablagerungen bei Porta	-	45
v. Dechen, v. Dücker und Banning machen hierauf bezügliche Bemerkungen	-	46
v. d. Marck: Ueber Fulgurite	-	47

Digitized by Google

		Seite
v. d. Marck: Ueber fossile Fische von Sumatra und von Rinkhove bei Sendenhorst	Corr.-Bl.	48
Lasard: Ueber die in den letzten Jahren gemachten Beobachtungen der Temperatur im Erdinnern	-	48
v. Dechen: Ueber geologische Forschungen in Westfalen von O. Brandt	-	50
Graeff: Ueber die Quellen des Bades Oeynhausen .	-	52
Lasard: Ueber ein geognostisches Profil der Porta .	-	55
— legt einen nach v. Lasaulx's Angaben ausgeführten Erdbebenmesser vor	-	55
Andrä bespricht das Werk von D. Stur: die Culm-Flora des mährisch-schlesischen Dachschiefers	-	56
v. Dücker: Ueber oolitische Eisenerze aus der Gegend von Minden	-	57
von Koenen: Ueber die Zechsteinformation von Frankenberg	-	58
v. Dechen: Bemerkungen zu dem Vortrage des Herrn Lasard über Temperatur des Erdinnern . . .	-	61
— Ueber die Verbreitung nordischer Geschiebe in der Gegend von Minden	-	62
F. Winter: Analyse der Soolquelle bei Saarburg .	-	64
Borggreve: Ueber die Entstehung und Veränderung der Dünen, insbesondere an den deutschen Nordseeküsten	-	69
Nöggerath berichtet aus einer Festschrift über das Bergfest zu Przibram im Septbr. d. J. . . .	-	72
A. Ehrenberg: Ueber neuere Aufschlüsse auf der Grube Maubacher Bleiberg bei Düren . . .	-	74
Laspeyres: Neue Methode leicht zersetzbare Substanzen in Sammlungen zu conserviren . . .	-	75
vom Rath: Ueber die Geologie des östlichen Siebenbürgens	-	82
Andrä: Ueber eine Sammlung von Steinkohlenpflanzen des Eschweiler Bergwerksvereins	-	108
C. Koch: Ueber ein geglättetes Quarzfelsstück von Naurod bei Wiesbaden	-	110

Botanik.

F. Winter: Die Flora des Saargebietes, mit einleitenden topographischen und geognostischen Bemerkungen	Verhdl.	273
Ascherson: Zusätze zu Herrn G. Becker's Botanischen Wanderungen durch die Sümpfe und Torfmoore der Niederrh. Ebene (Verh. Jahrg. 1874)	-	344
Borggreve: Ueber eine eigenthümliche Art der Dichogamie der Gattung Abies, insbesondere A. excelsa DC.	Sitzgsb.	7
— legt einiges Material zur Begründung und Erläuterung der vorstehend gemachten Mittheilung vor	-	32
Mohnike: Ueber thierische Nahrung zu sich nehmende Pflanzen	-	35
Pfeffer: Ueber den Mechanismus der Reizbewegungen von Pflanzenorganen	-	62

Digitized by Google

		Seite
Mohnike: Ueber Hooker's Fütterungsversuche bei fleischfressenden Pflanzen	Sitzgsb.	75
Pfeffer: Ueber einige allgemeine Gesichtspunkte und einige der wichtigsten Aufgaben der Pflanzenphysiologie	-	77
Borggreve macht weitere Mittheilung zur Dichogamie und die Bedingungen der Blüthenproduction bei den nur periodisch fructificirenden Gewächsen	-	190
Pfeffer: Ueber die Bildung des Primordialschlauches	-	198
— Ueber Zustandekommen eines hohen hydrostatischen Druckes durch endosmotische Wirkung	-	276
Becker: Ueber Melilotus longipedicellatus Rosb. n. sp.	-	292
— Ueber neue Standorte seltner Pflanzen der Rheinprovinz	-	296
Wilms: Ueber neu aufgefundene Formen der Arten Polygonum	Corr.-Bl.	50
Banning: Ueber eine Collection Brombeeren aus dem Sölling	-	56
Rosbach: Ueber Fagus sylvatica L. forma umbraculifera	-	62
Melsheimer: Ueber eine monströse Traube von Vitis vinifera L.	-	78
— Ueber Früchte an der Rinde eines Astes von Prunus Armeniaca	-	79
— Ueber einige neue Standorte der Flora von Neuwied und Umgegend	-	80
Andrä: Ueber die Frucht von Hura crepitans	-	108

Anthropologie, Zoologie und Anatomie.

Troschel: Ueber 2 bei Bonn gefangene Exemplare von Mus rattus	Sitzgsb.	76
Schaaffhausen legt eine aus einem Menschenschädel hergerichtete Trinkschale und peruanische Alterthümer vor	-	136
Troschel: Ueber das Gebiss der Ptenoglossen	-	137
Mohnike: Ueber einen Leuchtkäfer aus der Gattung Physodora von Java	-	154
Schaaffhausen: Ueber eine ausgedehnte alte Grabstätte in der Nähe von Bonn	-	169
Bertkau verliest 3 Mittheilungen von Herrn Realoberlehrer Cornelius über das massenhafte Ansammeln von Fledermäusen	-	177
— den Bandwurm einer Taube	-	182
— eine Melipona in Deutschland	-	184
Bertkau: Ueber die Frage nach der Befruchtung der Eier der Araneiden	-	185
Schaaffhausen: Ueber den Fund eines Steinsarges bei Sechtem mit wohl erhaltenen, aber röthlich gefärbten Menschenhaaren	-	198
Troschel: Ueber die von L. Agassiz eingerichtete Anderson School auf der Insel Penikese	-	205
— Ueber die durch Dr. Anton Dohrn gegründete zoologische Station in Neapel	-	276

Digitized by Google

		Seite
Troschel legt eine grössere Anzahl von Onychodactylus japonicus vor	Sitzgsb.	292
Bertkau: Ueber das sog. cribellum L. Koch's	-	318
Pietsch: Naturwissenschaftliche Beobachtungen in der Gegend von Minden	Corr.-Bl.	45
Landois: Ueber die Anlage des westfälischen Zoologischen Gartens	-	47
v. Hagens: Ueber Bienen- und Ameisenzwitter	-	73
Troschel: Uebersicht über die allmälig veränderten Ansichten der Naturforscher über die Fortpflanzung der Aale	-	81
Bertkau: Ueber einige seltnere oder merkwürdige Spinnen der Bonner Fauna	-	107
Schaaffhausen: Ueber Steingeräthe und andere Funde in der Klusensteiner- u. Martinshöhle	-	109

Chemie, Technologie, Physik und Astronomie.

E. Ketteler: Das Complexe als Ausdruck des Zusammenhanges zwischen der elliptischen Polarisation der Spiegelung und Brechung und der Dispersion der Farben. Eine Revision der Cauchy'schen Reflexionstheorie	Verhdl.	1
— Berichtigungen zu vorstehendem Aufsatze	-	270
S. Stein: Ueber die Zerstörung niederer Organismen durch dem Wasser beigemengtes Ozon und die dabei auftretenden Zersetzungsproducte	Sitzgsb.	4
Kreusler: Ueber die angebliche Umwandlung des Rohrzuckers unter dem Einflusse des Lichtes	-	9
S. Stein: Ueber die Darstellung von schwefelfreien Roheisen	-	10
— theilt die Analyse manganhaltiger Brauneisensteine mit	-	44
Wallach: Ueber die Einwirkung von Phosphorpentachlorid auf Säureamide	-	45
Klinger: Ueber Einwirkung von Phosphorsuperchlorid auf Phenyloxaminsäuremethylaether	-	50
Kekulé: Ueber 2 Stücke krystallinischen Glases	-	52
S. Stein legt das Muster eines Normalmassstabes aus Bergkrystall vor	-	52
— bespricht einen Apparat, der den Bleiröther gegen Vergiftung durch Arsenwasserstoff schützt	-	58
— Ueber den Werth der reinen Luft für den Athmungsprocess	-	62
Zincke: Ueber die aus Benzoylisophthalsäure durch Einwirkung von Zink und Salzsäure entstehende Säure	-	78
S. Stein legt Proben von Salicylsäure vor	-	130
Zincke: Ueber zwei von Dr. Wehnen untersuchte Kohlenwasserstoffe	-	144
Wallach: Ueber die Trennung der Aethylbasen mittels Oxalaether	-	170
V. v. Richter: Ueber die Ueberführung von Amidoverbindungen in Bromverbindungen	-	172
— Ueber das Jndium	-	174
Zincke: Ueber weitere Versuche mit Hydrobenzoïnen	-	174

Digitized by Google

		Seite
Gieseler referirt über F. Releaux's Theoretische Kinematik	Sitzgsb.	199
S. Stein: Ueber die lithionhaltige Quelle zu Birresborn bei Gerolstein	-	205
Geissler zeigt die von Crookes erfundene »Lichtmühle« vor	-	292
Gieseler zeigt das Umwandelungsproduct einer Zinkplatte nach 4-monatlichem Liegen im Dampfkessel vor	-	298
— erläutert einen von ihm zusammengestellten Apparat zur Messung sehr kleiner Zeiträume	-	304
Clausius: Ueber ein neues Grundgesetz der Electrodynamik	-	306
Mohr legt französische Uebersetzungen seiner Toxikologie und Titrirmethode vor	-	309
— spricht über die Theorie der Lichtmühle	-	309

Physiologie, Medicin und Chirurgie.

Busch: Ueber Unterleibsbrüche, insbesondere Darmschlingen und deren Bildungsweise	Sitzgsb.	9
Köster: Ueber die Entstehung der spontanen Aneurismen und die chronische Mesarteritis	-	15
Walb: Ueber Tuberculose der Conjunctiva	-	16
Doutrelepont: Ueber 2 Speichelsteine	-	16
v. Mosengeil demonstrirt einen als Krankenstuhl empfehlenswerthen Sessel	-	17
Madelung: Ueber die Entstehung einiger Formen von Gelenkfracturen	-	17
Busch legt Photographieen des Cystoïdes der Nasenbeine vor und bespricht diese Krankheitsform	-	17
Binz bespricht eine Arbeit von Harley über den Gebrauch von Conium maculatum bei krankhaften Muskelbewegungen	-	18
Busch: Ueber Transplantation gänzlich getrennter grosser Hautstücke	-	65
— Ueber den Mechanismus der sog. Luxation des Penis	-	66
Zuntz: Ueber den Einfluss des veränderten Athemdrucks auf den Blutkreislauf	-	67
v. Mosengeil: Ueber Anwendung der Salicylsäure	-	67
Binz demonstrirt die Salicylsäure, ihr Vorkommen und ihre chemischen Eigenschaften	-	73
— legt vor und bespricht eine Schrift von Prof. Tomaselli: über die Wirkung des Chinin bei Sumpffieber	-	74
Freusberg: Ueber die Funktionen des Rückenmarks	-	125
Discussion hierüber	-	126, 127
Zuntz: Ueber einen Fall von Arsenvergiftung durch einen grünen Lampenschirm	.	127
Binz erinnert an die von Bettendorf angegebene Erkennungsmethode des Arsenik	-	128
Köster: Ueber die Struktur der Gefässwände und die Entzündung der Venen	-	128
S. Stein: Ueber die Anwendung von gekrämpelter Jute zum Verband bei Behandlung mit Salicylsäure	-	130

Digitized by Google

		Seite
v. Mosengeil: Ueber einen Fall von traumatischer Lähmung	Sitzgsb.	130
Freusberg: Ueber die motorischen Centren des Lendenmarcks	-	146
S. Stein legt Jute, zu Verbandsmaterial für chirurgische Zwecke verarbeitet, vor	-	147
Mohr: Ueber naturwissenschaftliche Ausdrücke homerischen Ursprungs	-	147
Bayer: Ueber einen Fall von Entfernung einer Nadel aus der weiblichen Harnblase	-	153
Fleischhauer zeigt Micrococcuspräparate vor, entstammend von acutem Gelenkrheumatismus und Puerperalfieber	-	153
Binz: Ueber den Werth guter Weine für die Ernährung	-	163
Köster: Ueber chronische Entzündungen, fibröse und sarcomatöse Neubildungen	-	192
v. Mosengeil: Ueber Katheterismus in einem Falle von Blutung aus der Harnröhre	-	196
Binz: Ueber Santoninvergiftung und deren Therapie	-	196
v. Mosengeil: Ueber paretische Beeinflussung der Motilitätssphäre durch Gemüthsbewegung	-	206
Kuhlmann: Ueber locale Behandlung der Diphtherie	-	206
Doutrelepont legt Steine vor, die er durch die Sectio lateralis einem 33jährigen Manne entfernt hatte	-	206
Walb: Ueber eine eigenthümliche Verletzung des nervus ulnaris	-	207
Köster: Ueber Wahlberg's Abhandlung über Bindegewebe und Entzündung	-	208
Dieffenbach: Ueber eine künstliche Nase	-	209
Vogel: Zu den Untersuchungen über Schussverletzungen und die Wirkung der modernen Handfeuerwaffen bei Schüssen aus grosser Nähe	-	210
Busch macht einige Einwände gegen die von Vogel vorgetragenen Deductionen	-	261
Doutrelepont: Ueber die Anwendung der Aspiration bei eingeklemmten Brüchen (woran sich eine Discussion knüpft)	-	299
Nussbaum zeigt ein Präparat einer Hernia adiposa vor	-	299
v. Mosengeil berichtet über die Resultate eines mechanischen Curverfahrens bei Athmungsbeschwerden	-	299
Busch: Ueber einen Rotationsapparat zur Erläuterung seiner Schussversuche	-	316
Köster: Ueber die Einwirkung der Salicylsäure auf das Knochensystem	-	316
Binz: Bemerkungen hierzu	-	316
Busch: Ueber die Behandlung des Kropfes	-	319
Köster: Ueber Endarteriitis und Arteriitis	-	319
v. Mosengeil bespricht einen von ihm construirten Apparat um die Gelenksteifigkeit des Ellbogengelenks zu bessern	-	323
Doutrelepont berichtet über einen von ihm behandelten Fall einer traumatischen Luxation des Oberschenkels	-	323

Digitized by Google

		Seite
Bericht über den Zustand der Niederrheinischen Gesellschaft während des Jahres 1874	Sitzgsb.	1
Aufnahme neuer Mitglieder . . . . . 53. 62. 146.	177. 205.	278
Vermehrung der Sitzungen der medizinischen Section	-	146
Vorstandswahl der medizinischen Section	-	298
Mitgliederverzeichniss des Naturhistorischen Vereins am 1. Januar 1876	Corr.-Bl.	1
Bericht über die XXXII. General-Versammlung in Minden	-	41
Nekrolog des Friedrich W. A. Argelander	-	65
Bericht über die Herbst-Versammlung in Bonn . .	-	69
Erwerbungen der Vereinsbibliothek	-	111
Erwerbungen des Museums	-	123

Berichtigungen.

Sitzungsberichte der Niederrheinischen Gesellschaft Seite 317 Zeile 14 von oben lies Mineral-Vorkommen statt Vorkommen.
Im Correspondenzblatt Seite 53 Zeile 4 von oben lies nicht statt wohl.
— — Seite 53 Zeile 13 von unten lies durchgehenden statt durchzehrenden.
— — Seite 54 Zeile 11 von oben lies No. III statt No. I.

Digitized by Google

Digitized by Google

Correspondenzblatt.

№ 1.

Verzeichniss der Mitglieder

des naturhistorischen Vereins der preussischen Rheinlande und Westfalens.

Am 1. Januar 1875.

Beamte des Vereins.

Dr. H. v. Dechen, wirkl. Geh. Rath, Excell., Präsident.
Dr. L. C. Marquart, Vice-Präsident.
Dr. C. J. Andrä, Secretär.
A. Henry, Rendant.

Sections-Directoren.

Für Zoologie: Prof. Dr. Förster, Lehrer an der Realschule in Aachen.
Prof. Dr. Landois in Münster.
Für Botanik: Rentner G. Becker in Bonn.
Prof. und Medicinalrath Dr. Karsch in Münster.
Für Mineralogie: unbesetzt.

Bezirks-Vorsteher.

A. Rheinprovinz.

Für Cöln: unbesetzt.
Für Coblenz: Director Dr. Dronke in Coblenz.
Für Düsseldorf: Prof. Dr. Fuhlrott in Elberfeld.
Für Aachen: Prof. Dr. Förster in Aachen.
Für Trier: Sanitätsrath Dr. med. Rosbach in Trier.

B. Westfalen.

Für Arnsberg: Dr. v. d. Marck in Hamm.
Für Münster: Medicinalassessor Dr. Wilms in Münster.
Für Minden: unbesetzt.

Digitized by Google

Ehrenmitglieder.

v. Bethmann-Hollweg, Staatsminister a. D., Excell., in Berlin.
Braun, Alexander, Dr., Prof. in Berlin.
Döll, Geh. Hofrath in Carlsruhe.
Ehrenberg, Dr., Geh. Med.-Rath, Prof. in Berlin.
Göppert, Dr., Geh. Med.-Rath, Prof. in Breslau.
Heer, O., Dr., Prof. in Zürich.
Hinterhuber, R., Apotheker in Mondsee.
Kilian, Prof. in Mannheim.
Kölliker, Prof. in Würzburg.
de Koninck, Dr., Prof. in Lüttich.
v. Massenbach, Reg.-Präsident a. D. in Düsseldorf.
Schultz, Dr. med. in Bitsch.
Schuttleworth, Esqr., in Bern.
Seubert, Moriz, Dr., Hofrath in Carlsruhe.
v. Siebold, Dr., Prof. in München.
Valentin, Dr., Prof. in Bern.
van Beneden, Dr., Prof. in Löwen.

Ordentliche Mitglieder.

A. Regierungsbezirk Cöln.

Königl. Ober-Bergamt in Bonn.
Abels, Aug., Bergassessor in Cöln (Berlich Nr. 11).
Andrä, Dr., Prof. in Bonn.
Argelander, F. W. A., Dr., Geh. Regierungrath u. Prof. in Bonn.
v. Asten, Hugo, in Bonn.
Baedeker, Ad., Rentner in Kessenich bei Bonn.
Barthels, Apotheker in Bonn.
Bauduin, M., Wundarzt und Geburtshelfer in Cöln.
Becker, G., Rentner in Bonn.
Bendleb, F. W., Gutsbesitzer in Weiler bei Brühl.
Bernau, Kreisrichter a. D. in Cöln.
Bernthsen, August, Stud. chem. in Bonn.
v. Bernuth, Regierungs-Präsident in Cöln.
Bertkau, Philipp, Dr., Privatdocent in Bonn.
Bettendorf, Anton, Dr., Chemiker in Bonn.
Bibliothek des Kgl. Cadettenhauses in Bensberg.
Binz, C., Dr. med., Prof. in Bonn.
Bleibtreu, G., Hüttenbesitzer in Ober-Cassel bei Bonn.
Bleibtreu, H., Dr., in Bonn.

Digitized by Google

Bluhme, Ober-Bergrath in Bonn.
Böker, Herm., Rentner in Bonn.
Böker, H. jun., Rentner in Bonn.
Bodenheim, Dr., Rentner in Bonn.
Borggreve, Dr., Prof. und königl. Oberförster in Bonn.
Brandt, F. W., Dr., Lehrer am Cadettenhause in Bensberg.
Brassert, H., Dr., Berghauptmann in Bonn.
Bräucker, Lehrer in Derschlag.
Brockhoff, Ober-Bergrath in Bonn.
Bruch, Dr., in Cöln.
Bülle, Eduard, Fabrikbesitzer in Cöln.
Bürgers, Ignaz, Appellations-Gerichtsrath in Cöln.
Buff, Bergmeister in Deutz.
Busch, Ed., Rentner in Bonn.
Busch, W., Geh. Medicinal-Rath und Prof. in Bonn.
Camphausen, wirkl. Geh. Rath, Staatsminister a. D., Excell. in Cöln.
Clausius, Geh. Regierungsrath und Prof. in Bonn.
Cohen, Carl, Techniker in Cöln.
Cohen, Fr., Buchhändler in Bonn.
Crone, Markscheider in Bonn (Cölner Chaussee 49).
Crone, Alfr., Maschinen-Inspector a. D. in Bonn (Hofgartenstrasse).
Dahm, G., Dr., Apotheker in Bonn.
v. Dechen, H., Dr., wirkl. Geh. Rath, Excell. in Bonn.
Deichmann, Geh. Commercienrath in Cöln.
Dernen, C., Goldarbeiter in Bonn.
Dickmann, Privatgeistlicher in Bonn.
Dickert, Th., Conservator des naturhistor. Museums in Poppelsdorf.
v. Diergardt, F. H. Freiherr, in Bonn.
Döring, L. A., Apotheker in Cöln.
Doerr, Wilhelm, Rentner in Bonn (Kaiserstr. 16).
Doutrelepont, Dr., Arzt, Prof. in Bonn.
Dreesen, Peter, zu Burg Pfaffendorf bei Bergheim.
Dünkelberg, Professor und Director der landwirthsch. Akademie in Poppelsdorf.
Ehrenberg, Alex., Bergwerksbesitzer in Bonn (Coblenzerstr. 71).
Eichhorn, Fr., Appell.-Ger.-Rath in Cöln.
Eltzbacher, Louis, Kaufmann in Cöln (Georgstrasse 15).
Endemann, Wilh., Rentner in Bonn.
Engels, Alexander, in Cöln.
Eschweiler, Baumeister in Bonn.
Essingh, H. J., Kaufmann in Cöln.
Ewich, Dr., Arzt in Cöln.
Fabricius, Nic., Ober-Bergrath in Bonn.
Fay, Gerhard, Dr., Advokat-Anwalt und Justizrath in Cöln.
Feldmann, W. A., Bergmeister a. D., in Bonn.

Digitized by Google

Finkelnburg, Dr., Professor, Arzt in Godesberg.
Fingerhuth, Dr., Arzt in Esch bei Euskirchen.
Florschütz, Regierungsrath in Cöln.
Freytag, Dr., Prof. in Bonn.
v. Fürstenberg-Stammheim, Gisb., Graf auf Stammheim.
von Fürth, Freiherr, Landgerichtsrath in Bonn.
van Gansewinkel, Heinrich, Kaufmann in Cöln (Johannisstr.)
Gatzen, Apotheker in Godesberg.
Geissler, H., Dr., Techniker in Bonn.
Georgi, Buchdruckereibesitzer in Bonn.
Gilbert, Director der Gesellschaft »Colonia« in Cöln.
Gray, Samuel, Grubendirector in Cöln (Paulstrasse 33).
von Griesheim, Adolph, Rentner in Bonn.
Grüneberg, Dr., Fabrikbesitzer in Kalk bei Deutz.
Gurlt, Ad., Dr. in Bonn.
Haas, J. B., Dr., Justizrath und Advokat-Anwalt in Cöln.
Hähner, Geh. Reg.-Rath und Eisenbahndirector in Cöln.
Hanstein, J., Dr., Prof. in Bonn.
Haug, E., Apotheker in Gross-Vernich bei Weilerswist.
Haugh, Appellationsgerichtsrath in Cöln.
Henry, A., Buchhändler in Bonn.
Henry, Carl in Bonn.
Hertz, Dr., Sanitätsrath u. Arzt in Bonn.
Herwarth von Bittenfeld, General-Feldmarschall, Excell. in Bonn.
Heusler, Ober-Bergrath in Bonn.
Hiecke, C., Ordentl. Lehrer an der Realschule in Mülheim a. Rhein.
Hilgers, Dr., in Bonn (Rheindorferstr. 20).
Hillebrand, Bergassessor in Euskirchen.
Hoffmann, Aug., Pianoforte-Fabrikant in Cöln.
v. Hoiningen gen. Huene, Freiherr, Bergrath in Bonn.
Hollenberg, W., Pfarrer in Waldbroel.
Höller, F., Markscheider in Königswinter.
Hopmann, C., Justizrath in Bonn.
von Holzbrink, Landrath a. D., in Bonn.
Huberti, P. Fr., Rector des Progymnasiums in Siegburg.
Joest, Carl, in Cöln.
Joest, W., Kaufmann in Cöln.
Jung, Geheimer Bergrath in Bonn.
Kaifer, Victor, Bürgermeister in Mülheim a. Rhein.
Katz, L. A., Kaufmann in Bonn.
Kaufmann, L., Oberbürgermeister in Bonn.
Kekulé, A., Dr., Geh. Rath, Professor in Bonn.
Kestermann, Bergmeister in Bonn.
Kinne, Leopold, Bergmeister in Siegburg.
Klein, Dr., Kreisphysikus in Bonn.

Digitized by Google

Kley, Civil-Ingenieur in Bonn.
Klostermann, Rud., Dr., Geh. Bergrath und Professor in Bonn.
König, Dr., Arzt, Sanitätsrath in Cöln.
Königs, F. W., Commerzienrath in Cöln.
Körnicke, Dr., Prof. an der landwirthschaftlichen Akademie, in Bonn.
Krantz's Rheinisches Mineralien-Comptoir in Bonn.
Krauss, Wilh., Director der Westerwald-Rhein. Bergwerksgesellschaft in Bensberg.
Kreuser, Carl, jun, Bergwerksbesitzer in Bonn.
Kreuser, Carl, Grubenbesitzer in Bonn.
Kyll, Theodor, Chemiker in Cöln.
Kyllmann, G., Rentner in Bonn.
La Valette St. George, Baron, Dr. phil. u. med., Prof. in Bonn.
Lehmann, Rentner in Bonn.
Leisen, W., Apotheker in Deutz.
Lent, Dr. med. und prakt. Arzt in Cöln.
Leo, Dr., Sanitätsrath in Bonn.
Leopold, Betriebsdirector in Cöln.
Lexis, Ernst, Dr., Arzt in Bonn (Kaiserstr. 22).
Licht, Notar in Kerpen.
Liste, Berggeschworner in Deutz.
Löhr, M., Dr., Rentner in Cöln.
Loewenthal, Ad., Fabrikant in Cöln.
Lorsbach, Geheim. Bergrath in Bonn.
Mallinkrodt, Grubendirector in Cöln.
Marcus, G., Buchhändler in Bonn.
Marder, Apotheker in Gummersbach.
Marquart, L. C., Dr., Chemiker in Bonn.
Marx, A., Ingenieur in Bonn.
Maubach, Generalinspector der preuss. Hypotheken-Actien-Gesellschaft in Cöln.
Mayer, Eduard, Advokat-Anwalt in Cöln.
Merkens, Fr., Kaufmann in Cöln.
Merschheim, Ch. J., Apotheker in Euskirchen.
Metz, Elias, Banquier in Cöln.
Meurer, Otto, Kaufmann in Cöln.
Mevissen, Geh. Commerzienrath und Präsident in Cöln.
Meyer, Dr., in Eitorf.
Meyer, Jürgen Bona, Dr. und Prof. in Bonn.
Mohnike, O. G. J., Dr. med. u. K. Niederländ. General-Arzt a. D., in Bonn.
Mohr, Dr., Med.-Rath und Prof. in Bonn.
v. Monschaw, Jnstizrath in Bonn.
Müller, Albert, Advocat-Anwalt in Cöln (Richmondstr.).

Digitized by Google

Nacken, A., Dr., Advokat-Anwalt in Cöln.
v. Neufville, Gutsbesitzer in Bonn.
Nöggerath, Dr., Prof., Berghauptmann a. D. in Bonn.
Obernier, Dr. med. und Prof. in Bonn.
Opdenhoff, Oscar, Apotheker in Cöln.
Oppenheim, Dagob., Geh. Regierungsrath und Präsident in Cöln.
Peill, Carl Hugo, Rentner in Bonn.
Pitschke, Rud., Dr. in Bonn.
Poerting, C., Grubeningenieur in Immekeppel bei Bensberg.
Praetorius, Jacob, Apotheker in Mülheim a. Rhein.
Prieger, Oscar, Dr., in Bonn.
v. Proff-Irnich, Dr. med., Landgerichtsrath in Bonn.
Rabe, Jos., Hauptlehrer an der Pfarrschule St. Martin in Bonn.
Rachel, G., Dr. phil., Lehrer am Progymnasium in Siegburg.
v. Rappard, Carl, Rittmeister a. D. in Bonn.
vom Rath, Gerhard, Dr., Prof. in Bonn.
Rennen, Geh. Regierungsrath, Specialdir. d. rhein. Eisenb. in Cöln.
Richarz, D., Dr., Geheim. Sanitätsrath in Endenich.
Richter, Dr., Apotheker in Cöln.
Richter, Telegraphen-Director in Cöln.
Riedel, C. G., Rentner in Bonn.
v. Rigal-Grunlach, Rentner in Bonn.
Ritter, Franz, Dr., Prof. in Bonn.
Rolf, A., Kaufmann in Cöln.
Rumler, A., Rentner in Bonn.
v. Sandt, Landrath in Bonn.
Schaaffhausen, H., Dr., Geh. Med.-Rath und Prof. in Bonn.
Schmithals, W., Rentner in Bonn.
Schmithals, Rentner in Godesberg.
Schmitz, H., Landrentmeister in Cöln.
Schmitz, Georg, Dr., in Cöln.
Schlüter, Dr., Professor in Bonn.
Schreiner, Ed. M., Apotheker in Kalk.
Schubert, Dr., Baurath und Lehrer an der landwirthschaftlichen Akademie, in Bonn.
Schumacher, H., Rentner in Bonn.
Schwürz, L., Landwirthschaftslehrer in Deutz (Siegburgerstr. 109a).
Sebes, Albert, Rentner in Bonn.
v. Seydlitz, Hermann, Generalmajor z. D. in Honnef.
Sonnenburg, Gymnasiallehrer in Bonn.
von Spankeren, Reg.-Präsident a. D., in Bonn.
Stahlknecht, Hermann, Rentner in Bonn.
Stein, Siegfried, Rentner in Bonn (Clemensstr.)
Spies, F. A., Rentner in Bonn.
Stephinsky, Rentner in Münstereifel.

Digitized by Google

Stürtz, Bernhard, Inhaber des Mineralien-Comptoirs in Bonn. (Wilhelmstr. 25).
Terberger, Lehrer in Godesberg bei Bonn.
Thilmany, Generalsecretär des landwirthschaftl. Vereins, in Bonn.
Thomé, Otto Wilh., Dr., Ober-Lehrer an der Realschule in Cöln.
Troschel, Dr., Prof. in Bonn.
Uellenberg, R., Rentner in Bonn.
Verhoeff, Rentner in Poppelsdorf bei Bonn.
Wachendorff, Th., Rentner in Bonn.
Weber, Max, Stud. med. in Bonn.
Weber, Robert, Dr., Chemiker in Bonn.
Weber, Rudolph, Buchhändler in Bonn.
Weiland, H., Lehrer an der Gewerbeschule in Cöln.
Welcker, W., Grubendirector in Honnef.
Wendelstadt, Commerzienrath und Director in Cöln.
Weniger, Carl Leop., Rentner in Cöln.
Wesener, Alexander, k. Berginspector a. D. in Bonn.
Weyhe, Geh. Regierungs-Rath in Bonn.
Wienecke, Baumeister in Cöln.
Wiepen, D., Civil-Ingenieur in Honnef a. Rhein.
Wiesmann, A., Fabrikant in Bonn (Poppelsdorfer Allee 11).
Wildenhayn, W., Ingenieur in Königswinter.
Wirtz Th., Fabrikant chemischer Producte in Cöln.
Wohlers, Geh. Ober-Finanzrath u. Prov.-Steuerdirector in Cöln.
Wolff, Heinr., Dr., Arzt, Geh. Sanitätsrath in Bonn.
Wolff, Julius Theodor, Dr. philos., in Bonn.
Wrede, Friedr., Rentner in Bonn.
Wrede, J. J., Apotheker in Cöln.
Wrede, Jul., Apotheker in Bonn.
Zander, J. W., Apotheker in Honnef.
Zartmann, Dr., Sanitätsrath, Arzt in Bonn.
v. Zastrow, königl. Berggeschworner in Euskirchen.
Zervas Joseph, Steinbruchbesitzer in Cöln.
Zintgraff, Markscheider in Bonn.

B. Regierungsbezirk Coblenz.

Arnoldi, C. W., Dr., Districtsarzt in Winningen.
Bach, Dr., Seminar-Lehrer in Boppard.
Bachem, Franz, Steinbruchbesitzer in Nieder-Breisig.
von Bardeleben, wirkl. Geh.-Rath, Excell., Ober-Präsident der Rheinprovinz in Coblenz.
Bartels, Pfarrer in Alterkülz bei Castellaun.

Digitized by Google

Baum, Friedr., Apotheker in Bendorf.
Bender, Dr., Apotheker in Coblenz.
Berger, L., Fabrikbesitzer in Horchheim a. Rhein.
Bianchi, Flor., in Neuwied.
von Bibra, Freiherr, Kammerdirector a. D. in Neuwied.
Bischof, Albrecht, Dr., Salinendirector in Münster am Stein bei Kreuznach.
Boecker, Maschinenmeister in Betzdorf.
Böcking, K. E., Hüttenbesitzer in Gräfenbacher Hütte b. Kreuznach.
Brahl, Ober-Bergrath a. D. in Boppard.
v. Braunmühl, Concordiahütte bei Sayn.
Bürgermeisteramt in Neuwied.
Comblés, L., Bergverwalter in Wetzlar.
Daub, Steuerempfänger in Andernach.
Dröscher, Fr., Ingenieur in Asslarerhütte bei Wetzlar.
Dronke, Ad., Dr., Director der Creditbank in Coblenz.
Duhr, Dr., Arzt in Coblenz.
Dunker, Bergmeister in Coblenz.
von Eckensteen, Oberst in Neuwied.
Eckhardt, F., Lehrer in Wetzlar.
Engels, Fr., Bergrath a. D. in Coblenz.
Erlenmeyer, Dr., Sanitätsrath, Arzt in Bendorf.
Felthaus, Steuercontroleur in Wetzlar.
Finzelberg, Herm., Apotheker in Andernach.
Fischbach, Kaufmann in Herdorf.
Focke, Bergmeister a. D. in Bacharach.
Gerhardt, Grubenbesitzer in Tönnisstein.
Gerlach, Bergmeister in Hamm a. d. Sieg.
von Gerold, Friedr., Freiherr, wirkl. Geh. Rath, Exc., in Linz a. Rh.
Geisenheyner, Gymnasiallehrer in Kreuznach.
Glaser, Adalb., Dr., Gymnasiallehrer in Wetzlar.
Hackenbruch, Heinr., jun., Hotelbesitzer in Andernach.
Handtmann, Ober-Postdirector u. Geheim. Postrath in Coblenz.
Heinrich, Verwalter auf Grube St. Marienberg bei Unkel.
Herpell, Gustav, Rentner in St. Goar.
Herr, Ad., Dr., Arzt in Wetzlar.
Heusner, Dr., Kreisphysikus in Boppard.
Hiepe, W., Apotheker in Wetzlar.
Höstermann, Dr. med., Arzt in Andernach.
Hörder, Apotheker in Waldbreitbach.
Jaeger, F., jun., Hüttendirector in Wissen.
Jung, Friedr. Wilh., Hüttenverwalter in Heinrichshütte bei Hamm a. d. Sieg.
Jung, Gustav, Spinnereibesitzer in Kirchen.
Junker, Reg.-Baurath in Coblenz.

Digitized by Google

Kirchmair, C., Apotheker in Stromberg bei Bingerbrück.
Knab, Ferd. Ed., Kaufmann in Hamm a. d. Sieg.
Kohlmann, Dr. med. in Andernach.
Krämer, H., Apotheker in Kirchen.
Kreitz, Gerh., Rentner in Boppard.
Kröber, Oscar, Ingenieur auf Saynerhütte bei Neuwied.
Kruft, Bürgermeister in Andernach.
Krummfuss-Remy, Hüttenbesitzer in Rasselstein bei Neuwied.
Landau, Heinr., Trass- und Mühlsteingrubenbesitzer in Coblenz.
Liebering, Bergmeister in Coblenz.
Lossen, Wilh., Concordiahütte bei Bendorf.
Ludovici, Herm., Fabrikbesitzer in Niederbieber bei Neuwied.
Lüneborg, Gymnasial-Lehrer in Andernach.
Marxhausen, E., Kaufmann in Wetzlar.
Mehliss, E., Apotheker in Linz a. Rhein.
Melsheimer, Oberförster in Linz.
Mertens, Friedr., Oeconom in Wissen.
Meyer, A., Apotheker in St. Goar.
Meyer, H., Apotheker in Zell a. d. Mosel.
Milner, Ernst, Dr., Gymnasiallehrer in Kreuznach.
Mischke, Hütteninspector a. D. in Rasselstein bei Neuwied.
Müller, E., Repräsentant in Wetzlar.
Nöh, W., Grubenverwalter in Wetzlar.
Olligschläger, Bergmeister a. D. in Betzdorf.
Petry, L. H., Wiesenbaumeister in Neuwied.
Polstorf, Apotheker in Kreuznach.
Prieger, H., Dr. in Kreuznach.
Prion, Jos., Grubenbeamter in Waldbreitbach bei Hönningen.
Probst, Joseph, Apotheker in Wetzlar.
Remy, Alb., in Rasselstein bei Neuwied.
Remy, Herm., in Alf a. d. Mosel.
Remy, Moritz, Hüttenbesitzer in Bendorf.
Reusch, Apotheker in Simmern.
Rhodius, G., in Linz.
Riemann, A. W., Bergmeister in Wetzlar.
Roeder, Johannes, Rendant des Knappschaftsvereins in Wetzlar.
Rüttger, Gymnasiallehrer in Wetzlar.
Sack, Ober-Regierungsrath in Coblenz.
Schaefer, Phil., Grubenrepräsentant in Wetzlar.
Schaum, Adolph, Grubenverwalter in Wetzlar.
Scheepers, königl. Kreisbaumeister in Wetzlar.
Scherer, B., Apotheker in Castellaun.
Schellenberg, H., Dr. med., in Wetzlar.
Schmidt, Julius, Dr. in Horchheim a. Rhein.
Schröder, Gymnasial-Lehrer in Coblenz.

Digitized by Google

Schulz, J., Apotheker in Niedermendig.
Schulz, K., Gruben- und Hüttenbesitzer in Wetzlar.
Schwarz, Bürgermeister in Hamm a. d. Sieg.
Schwarze, C., Grubendirector in Remagen.
Seibert, W., Optiker in Wetzlar.
Seligmann, Gust., Kaufmann in Coblenz.
Stein, Th., Hüttenbesitzer in Kirchen.
Stein, Dr., Bergmeister in Kirchen a. d. Sieg.
Stemper, Hermann, Bergverwalter auf Saynerhütte.
Stephan, Ober-Kammerrath in Braunfels.
Susewind, Ferd., Hüttenbesitzer in Linz.
Susewind, E., Fabrikant in Sayn.
Terlinden, Seminarlehrer in Neuwied.
Thorn, W., Bergverwalter in Wetzlar.
Traut, Königl. Kreissecretär in Altenkirchen.
Verein für Naturkunde, Garten- und Obstbau in Neuwied.
Vietor, Bergrath in Neuwied.
Wagner, O., Ingenieur in Cochem a. d. Mosel.
Waldschmidt, J. A., Grubenbesitzer in Wetzlar.
Waldschmidt, Posthalter in Wetzlar.
Wandesleben, Fr., Apotheker in Sobernheim.
Wandesleben, Fr., in Stromberger-Hütte bei Bingerbrück.
Weber, Achill, Apotheker in Coblenz.
Weber, Heinr., Oeconom in Roth.
Wehn, Friedensgerichtsschreiber in Lützerath.
Wirtgen, Herm., Dr. med. u. Arzt in Daaden (Kr. Altenkirchen).
Wurmbach, F. Betriebsdirector der Werlauer Gewerkschaft in St. Goar.
Wurzer, Dr., Arzt in Hammerstein.
Wynne, Wyndham H., Bergwerksbesitzer in Wissen a. d. Sieg.
Zwick, Carl, Lehrer an der Gewerbeschule in Coblenz.

C. Regierungsbezirk Düsseldorf.

Königliche Regierung zu Düsseldorf.
van Ackeren, Dr. med., in Cleve.
Arnoldi, Fr., Dr., Arzt in Remscheid.
Arntz, W., Dr., Arzt in Cleve.
Augustini, Baumeister in Elberfeld.
Baedeker, Franz, Apotheker in Düsseldorf.
Baedeker, Jul., Buchhändler in Essen a. d. Ruhr.
Beck, Phil., Lehrer an der höheren Töchterschule in Elberfeld.
Bellingrodt, Apotheker in Oberhausen.
Besenbruch, Carl Theod., in Elberfeld.

Digitized by Google

Böddinghaus, Heinr., in Elberfeld.
Böddinghaus, Julius, Kaufmann in Elberfeld.
Bohnstedt, Rechtsanwalt in Essen a. d. Ruhr.
Bölling, Aug., Kaufmann in Barmen.
von Born, Ernst, Kaufmann in Essen.
von Born, Theod., in Essen.
Brand, Friedr., Bergassessor a. D. in Ruhrort.
Brandhoff, Ober-Betriebsinsp. d. berg.-märk. Eisenb. in Elberfeld.
Brans, Carl, Director in Oberhausen.
Brögelman, M., in Düsseldorf.
vom Bruck, Emil, Commerzienrath in Crefeld.
v. Carnap, P., in Elberfeld.
Chrzesinski, Pfarrer in Cleve.
Closset, Dr., pract. Arzt in Langenberg.
Colsmann, Otto, in Barmen.
Colsmann, W. Sohn, in Langenberg.
Coolsmann, Andreas, Kaufmann in Langenberg.
Coolsmann, Eduard, jun., Kaufmann in Langenberg.
Cornelius, Lehrer an der Realschule in Elberfeld.
Curtius, Fr., in Duisburg.
Custodis, Jos., Hofbaumeister in Düsseldorf.
Czech, Carl, Dr., Oberlehrer in Düsseldorf.
Dahl, Wern. jun., Kaufmann in Barmen.
Danko, Geheim. Regierungsrath und General-Director der berg. märk. Eisenbahn in Elberfeld.
Deicke, H., Dr., Oberlehrer in Mülheim a. d. Ruhr.
Dobbelstein, Carl, Grundverwaltungs-Commissar in Caspersbruch bei Ohligs.
Doerr, Carl, Apotheker in Elberfeld.
Döring, Dr., Sanitätsrath in Düsseldorf.
Eichhoff, Richard, Ober-Ingenieur in Essen.
Eisenlohr, H., Kaufmann in Barmen.
Elfes, C., Kaufmann in Düsseldorf.
Ellenberger, Hermann, Kaufmann in Elberfeld.
Engelsing, Jos., Apotheker in Dahlen.
v. Eynern, Friedr., in Barmen.
v. Eynern, W., Kaufmann in Barmen.
Fechner, Kreisrichter in Essen.
Fischer, F. W., Dr., Gymnasial-Oberlehrer in Kempen.
Fischer, Jul., Director in Essen.
Fuhlrott, Dr., Prof., Oberlehrer an der Realschule zu Elberfeld.
Fuhrmann, J. H., Kaufmann in Viersen.
Gembt, A., Apotheker in Schermbeck bei Wesel.
Geldenberg, Friedr., in Dahleraue bei Lennep.
Göring, Kaufmann in Düsseldorf.

Digitized by Google

Greef, Carl in Barmen.
Greef, Edward, Kaufmann in Barmen.
Grevel, Apotheker in Steele.
Grillo, Wilh., Fabrikbesitzer in Oberhausen.
de Gruyter, Albert, in Ruhrort.
Guntermann, J. H., Mechanikus in Düsseldorf.
Haarmann, Jul., Mühlenbesitzer in Düsseldorf.
Haber, Bergreferendar a. D. und Director der Rheingruben in Meiderich (nächst Duisburg).
Hache, Bürgermeister in Essen.
von Hagens, Landgerichtsrath a. D. in Düsseldorf.
Haerche, Rudolph, Grubendirector in Düsseldorf.
Haniel, H., Geh. Commerzienrath, Grubenbesitzer in Ruhrort.
Hasselkus, C. W., Kaufmann in Düsseldorf.
Hasskarl, C., Dr., in Cleve.
Hausmann, F., Bergmeister in Essen.
Heintz, E., Apotheker in Duisburg.
Heintzmann, Eduard, Kreisrichter in Essen.
Heintzmann, Dr. jur., Bergwerksbesitzer in Düsseldorf.
Heuse, Baurath in Elberfeld.
von der Heyden, Carl, Dr. med. in Essen.
von der Heyden, Heinr., Dr., Real-Oberlehrer in Essen.
Hickethier, G. A., Lehrer an der Realschule zu Barmen.
Hilger, E., Hüttenbesitzer in Essen.
Hillebrecht, Fr., k. Hofgärtner auf Schloss Benrath bei Düsseldorf.
Hink, Wasserbauaufseher in Duisburg.
Hoette, C. Rud., Secretär in Elberfeld.
Hohendahl, Grubendirector der Zeche Neuessen in Altenessen.
Honigmann, E., Bergwerksdirector in Essen.
Hueck, Herm., Kaufmann in Düsseldorf (Elisabethstr. 45).
Huyssen, Louis, in Essen.
Jacobeit, Hermann, Kaufmann in Essen.
Jaeger, August, Bergbeamter im Mülheim a. d. Ruhr.
Jaeger, O., Kaufmann in Barmen.
Ibach, Richard, Pianoforte- und Orgelfabrikant in Barmen.
Jeghers, E., Director in Ruhrort.
Joly, A., Lieutenant a. D., in Essen (Limbecker Chaussée 60).
Jonghaus, Kaufmann in Langenberg.
Junck, Advokat-Anwalt in Cleve.
Jung, Wilh., Bergassessor in Essen.
Kalker, Apotheker in Willich bei Crefeld.
Karthaus, C., Commerzienrath in Barmen.
Kauert, A., Apotheker in Elberfeld.
Klüppelberg, Apotheker in Neukirchen, Kreis Solingen.
Knaudt, Hüttenbesitzer in Essen.

Digitized by Google

Knorsch, Advokat-Anwalt in Düsseldorf.
Kobbé, Friedr., in Crefeld.
Koch, Ernst, in Duisburg.
Koenig, W., Bürgermeister in Cleve.
Köttgen, Jul., in Quellenthal bei Langenberg.
Kühtze, Dr., Apotheker in Crefeld.
Lamers, Kaufmann in Düsseldorf.
Landskron, Fritz, Kaufmann in Essen.
Leonhard, Dr., Sanitätsrath in Mülheim a. d. Ruhr.
Leuken, C. jun., Apotheker in Süchteln.
Leysner, Landrath in Crefeld.
Liekfeld, H., Apotheker in Mülheim a. d. Ruhr.
Liesegang, P. Ed., Dr., Redacteur in Düsseldorf.
Liman, Apotheker in Wesel.
Limburg, Telegraphen-Inspector in Oberhausen.
Lind, Bergwerksdirektor in Essen.
Lischke, K. E., Geh. Regierungsrath in Elberfeld.
Löbbecke, Rentner in Düsseldorf (Schadowstr. 53).
Lörbrooks, Kreisger.-Rath in Essen.
Lose, L., Director der Seidencondition in Crefeld.
Lüdecke, Apotheker in Elberfeld.
Maessen, Cl. Jos., Apotheker in Dülken.
Martins, Rud., Landgerichtsrath in Elberfeld.
May, A., Kaufmann in München-Gladbach.
Meigen, Gymnasiallehrer in Wesel.
Meyer, Gust., Fabrikbesitzer in Essen.
Mellinghoff, F. W., Apotheker in Mülheim a. d. Ruhr.
Molineus, Eduard, Commerzienrath in Barmen.
Molineus, Friedr., in Barmen.
Morian, D., Gutsbesitzer in Neumühl bei Oberhausen.
von der Mühlen, H. A., Kaufmann in Düsseldorf (Kranzstr. 4b).
Müller, Hugo, Bergassessor in Düsseldorf.
Müller, jun., Friedr., Kaufmann in Hückeswagen.
Mulvany, William, Grubenrepräsentant in Düsseldorf.
Mulvany, Th. J., Bergwerksdirector in Düsseldorf.
Natorp, Gustav, Dr., in Essen.
Nedden, Gustav, Kaufmann in Langenberg.
Nedelmann, E., Kaufmann in Mülheim a. d. Ruhr.
Nettstraeter, Conrad W., Apotheker in Hüls.
Neuhaus, Carl, in Crefeld.
Neumann, Carl, Lehrer an der Realschule in Barmen.
Neuss, Chr., Apotheker in Essen.
Nolten, H., Bergreferendar in Oberhausen.
Oertel, Paul, Rentner in Düsseldorf (Rosenstr.).
Overhamm, Fr., Apotheker in Werden a. d. Ruhr.

Digitized by Google

Pahlke, E., Bürgermeister und Hauptm. a. D. in Kettwig.
Paltzow, Apotheker in Solingen.
Peill, Gust., Kaufmann in Elberfeld.
Peterson, Gust., Gutsbesitzer in Düsseldorf.
Plagge, Cl., Gymnasial-Oberlehrer in Essen.
Plange, Geh. Reg.-Rath u. Betriebsdirector der berg.-märk. Eisenbahn in Elberfeld.
Platzhoff, Gust., in Elberfeld.
Poensgen, Albert, Commerzienrath in Düsseldorf.
Pollender, Dr., Sanitätsrath in Barmen.
Prinzen, W., Commerzienrath u. Fabrikbesitzer in München-Gladbach.
v. Rath, H., Präsident d. landwirthschaftlichen Vereins, in Lauersfort bei Crefeld.
Rhode, Maschinenmeister in Elberfeld.
Roemer, Gerhard, Dr., in Mörs.
Roffhack, W., Dr., Apotheker in Crefeld.
de Rossi, Gustav, in Neviges.
Sabel, J., Apotheker in Essen.
Schaeffer, Ch., Apotheker in Duisburg.
Scharpenberg, Fabrikbesitzer in Nierendorf bei Langenberg.
Schimmelbusch, Hüttendirecter in Hochdahl bei Erkrath.
Schmeckebier, Dr., Oberlehrer an d. Realschule in Elberfeld.
Schmidt, Emanuel, Kaufmann in Elberfeld.
Schmidt, Emil, Dr. med. und pract. Arzt in Essen.
Schmidt, Friedr., in Unter-Barmen (Alleestr. 75).
Schmidt, Joh., Kaufmann in Elberfeld.
Schmidt, Joh. Dan., Kaufmann in Barmen.
Schmidt, Julius, Agent in Essen.
Schmidt, P. L., Kaufmann in Elberfeld.
Schmidt, Reinhard, in Elberfeld.
Schneider, J., Dr., Gymnasial-Oberlehrer in Düsseldorf.
Schoeler, F. W., Privatmann in Düsseldorf.
Schrader, Bergrath in Essen a. d. Ruhr.
Schulz, C., Hüttenbesitzer in Essen.
Schulz, Friedr., Kaufmann in Essen.
Schülke, Stadtbaumeister in Duisburg.
ter Schüren, Gustav, in Crefeld.
Schürenberg, Bauunternehmer und Gewerke in Essen.
Schürmann, Dr., Gymnasialdirector in Kempen.
Selbach, Bergmeister in Oberhausen.
Siebel, C., Kaufmann in Barmen.
Siebel, J., Kaufmann in Barmen.
Simons, Louis, Kaufmann in Elberfeld.
Simons, Moritz, Commerzienrath in Elberfeld.
Simons, N., Bergwerksbesitzer in Düsseldorf.

Digitized by Google

Simons, Walter, Kaufmann in Elberfeld.
Spanken, Landgerichts-Assessor in Cleve.
Stambke, Eisenbahndirector in Elberfeld.
Stein, F., Fabrikbesitzer in Rheydt.
Stein, Walther, Kaufmann in Langenberg.
Steingröver, A., Grubendirector in Essen.
Stephani, L., Apotheker in Crefeld.
Stollwerck, Lehrer in Uerdingen.
Storck, Rud., Apotheker in Altendorf bei Essen.
Stöcker, Ed., Schloss Broich bei Mülheim a. d. Ruhr.
Thiele, Dr., Director der Realschule in Barmen.
Tillmanns, Heinr., Dr., in Crefeld.
Tölle, L. E., Kaufmann in Barmen.
Uhlenhaut, C., Ober-Ingenieur in Essen.
Vigener, Anton, Apotheker in St. Tönis bei Crefeld.
Waldthausen, F. W., in Essen.
Wegner, Bürgermeister in Duisburg.
Weismüller, Hüttendirector in Düsseldorf.
Werner, H. W., Regierungssecretär in Düsseldorf.
Werth, Joh. Wilh., Kaufmann in Barmen.
Wesenfeld, C. L., Kaufmann u. Fabrikbesitzer in Barmen.
Wetter, Apotheker in Düsseldorf.
Wieler, W., Apotheker in Hilden.
Wiesthoff, F., Glasfabrikant in Steele.
Wolde, A., Garteninspector in Cleve.
Wolf, Friedr., Commerzienrath in M.-Gladbach.
Wolff, Carl, in Elberfeld.
Wolff, Friedr., Grubendirector in Essen.
Zehme, Director der Gewerbeschule in Barmen.

D. Regierungsbezirk Aachen.

d'Alquen, Carl, in Mechernich.
Banning, Apotheker in Düren.
Becker, Fr. Math., Rentner in Eschweiler.
Beissel, Ignaz, in Burtscheid bei Aachen.
Beling, Bernh., Fabrikbesitzer in Hellenthal, Kr. Schleiden.
Bilharz, Bergingenieur in Altenberg bei Herbesthal.
Bölling, Justizrath in Burtscheid.
Braun, M., Bergrath in Aachen.
Budde, General-Director auf Rothe Erde bei Aachen.
Classen, Alex., Dr. in Aachen.
Cohnen, C., Grubendirector in Bardenberg bei Aachen.
Contzen, Joh., Oberbürgermeister in Aachen.

Digitized by Google

Dahmen, C., Bürgermeister in Aachen.
Debey, Dr., Arzt in Aachen.
Dieckhoff, Aug., K. Baurath in Aachen.
Direction der polytechnischen Schule in Aachen.
Dittmar, Ewald, Ingenieur in Eschweiler.
Fetis, Alph., Generaldirector der rhein.-nassauisch. Bergwerks- und Hütten-Actien-Gesellsch. in Stolberg bei Aachen.
Flade, A., Grubeninspector in Diepenlinchen bei Stolberg.
Förster, A., Dr., Prof. in Aachen.
Georgi, C. H., Buchdruckereibesitzer in Aachen.
van Gülpen, Ernst jun., Kaufmann in Aachen.
Hahn, Dr., Arzt in Aachen.
Hahn, Wilh., Dr., in Alsdorf bei Aachen.
von Halfern, F., in Burtscheid.
Hartwig, Ferd., Ober-Steiger in Altenberg.
Hasenclever, Robert, Betriebsdirector in Stolberg.
Hasslacher, Landrath und Polizei-Director a. D. in Aachen.
Heimbach, Laur., Apotheker in Eschweiler.
Herwig, Dr., Docent am Polytechnikum in Aachen.
Hilt, Bergassessor und Director in Kohlscheid bei Aachen.
Honigmann, Ed., Bergmeister a. D. in Aachen.
Honigmann, L., Bergmeister a. D. in Höngen bei Aachen.
Honigmann, Fritz, Bergingenieur in Aachen.
Hupertz, Friedr. Wilh., Bergmeister a. D. in Mechernich.
Johag, Johann, Oeconom in Röhe bei Eschweiler.
Kaltenbach, J. H., Lehrer in Aachen.
Kesselkaul, Rob., Kaufmann in Aachen.
Klocke, Dr., Lehrer an der Bürgerschule in Düren.
Körting, Apotheker in Stolberg bei Aachen.
Kortum, W. Th., Dr., Arzt in Stolberg.
Kraus, Obersteiger in Moresnet.
Lamberts, Abrah., Director der Aachen-Maestrichter-Eisenbahngesellschaft in Burtscheid.
Lamberts, Hermann, Maschinenfabrikant in Burtscheid bei Aachen.
Lamberts, Otto, in Burtscheid bei Aachen.
Landsberg, E., Generaldirector in Aachen.
Landolt, Dr., Prof. am Polytechnikum in Aachen.
Laspeyres, H., Dr., Prof. am Polytechnikum in Aachen.
Lieck, Dr., Lehrer an der Realschule in Aachen.
Lochner, Joh. Friedr., Tuchfabrikant in Aachen.
Mayer, Ad., Kaufmann in Eupen.
Mayer, Georg, Dr. med., Sanitätsrath in Aachen.
Meydam, Georg, Bergassessor in Pumpe bei Eschweiler.
Modersohn, Stud. arch. in Aachen (Achterstrasse).
Molly, Dr. med., Arzt in Moresnet.

Digitized by Google

Monheim, V., Apotheker in Aachen.
Morsbach, Bergmeister a. D., in Schleiden.
Pauls, J., Apotheker in Cornelimünster bei Aachen.
Petersen, Carl, Hüttendirector auf Pümpchen bei Eschweiler.
Pierath, Ed., Bergwerksbesitzer in Roggendorf bei Gemünd.
Portz, Dr., Arzt in Aachen.
Praetorius, Apotheker in Aachen.
v. Prange, Rob., Bürgermeister in Aachen.
Püngeler, P. J., Tuchfabrikant in Burtscheid.
Pützer, Jos., Director der Provincial-Gewerbeschule in Aachen.
Renvers, Dr., Oberlehrer in Aachen.
Reumont, Dr. med., Sanitätsrath in Aachen.
Rimbach, Fr., Apotheker in Jülich.
Rolshoven, Heinr., Apotheker in Gemünd.
Schervier, Dr., Arzt in Aachen.
Schillings, Carl, Bürgermeister in Gürzenich.
Schiltz, A., Apotheker in St. Vith.
Schöller, Caesar, in Düren.
Sieberger, Dr., Oberlehrer an der Realschule in Aachen.
von Spiessen, Aug. Freiherr, Oberförstercandidat in Blankenheim (Kreis Schleiden).
Startz, A. G., Kaufmann in Aachen.
Stribeck, Specialdirector in Aachen.
Thelen, W. Jos., Hüttenmeister in Altenberg bei Herbesthal.
Tils, Richard, Apotheker in Malmedy.
Trupel, Aug., Advokat-Anwalt in Aachen.
Venator, E., Ingenieur in Aachen.
Voss, Bergrath in Düren.
Wagner, Bergrath in Aachen.
Wings, Dr., Apotheker in Aachen.
Wüllner, Dr., Prof. am Polytechnikum in Aachen.
Zander, Peter, Dr., Arzt in Eschweiler.

E. Regierungsbezirk Trier.

Achenbach, Adolph, Geh. Bergrath in Saarbrücken.
Alff, Christ., Dr., Arzt in Trier.
von Ammon, Bergwerksdirector in Saarbrücken (Grube v. d. Heydt).
Becker, Oberschichtmeister in Duttweiler bei Saarbrücken.
Beel, H., Ingenieur in Neudorf bei Louisenthal nächst Saarbrücken.
Berres, Joseph, Lohgerbereibesitzer in Trier.
v. Beulwitz, Carl, Eisenhüttenbesitzer in Trier.
Bicking, Joh. Pet., Rentner in Saarburg.
Böcking, Eduard, Hüttenbesitzer auf Hallberger-Werk bei Saarbrücken.

Digitized by Google

Böcking, Rudolph, Hüttenbesitzer auf Hallberger-Werk bei Saarbrücken.
Böcking, G. A., Hüttenbesitzer in Saarbrücken.
Bonnet, Alb., Director der Gasanstalt in Saarbrücken.
Breuer, Ferd., Bergassessor auf Grube Heinitz bei Neunkirchen.
Büttner, k. Baumeister in St. Wendel.
Buss, Oberbürgermeister a. D., Geh. Reg.-Rath in Trier.
Cetto sen., Gutsbesitzer in St. Wendel.
Claise, A., Apothekenbesitzer in Prüm.
Clotten, Steuerrath in Trier.
Dahlem, Rentner in Trier.
Eberhart, Kreissecretär in Trier.
Fief, Ph., Hüttenbeamter in Neunkircher Eisenwerk b. Neunkirchen.
Fuchs, Heinr. Jos., Departements-Thierarzt in Trier.
Giershausen, Apotheker in Neunkirchen bei Ottweiler.
Goldenberg, F., Dr., Gymnasial-Oberlehrer in Saarbrücken.
Grebe, Bergverwalter in Trier.
Groppe, Berggeschworner in Trier.
Haldy, E., Kaufmann in Saarbrücken.
Hansen, Pfarrer in Ottweiler.
Hasslacher, Bergassessor in Saarbrücken.
Heintz, A., Berginspector in Ensdorf bei Saarlouis.
Jordan, Hermann, Dr., Arzt in Saarbrücken.
Jordan, Bergassessor in Saarbrücken.
von der Kall, J., Grubendirector zu Hostenbach bei Saarbrücken.
Karcher, Ed., Commerzienrath in Saarbrücken.
Keller, Notar in St. Wendel.
Kiefer, A. Apotheker in Saarbrücken.
Kliver, H., Markscheider in Saarbrücken.
Kliver, Ober-Bergamts-Markscheider in Saarbrücken.
König, Apotheker in Morbach bei Bernkastel.
Kraemer, Ad., Geh. Commerzienrath und Hüttenbesitzer auf der Quint bei Trier.
Kroeffges, Carl, Lehrer in Prüm.
Kuhn, Christ., Kaufmann in Löwenbrücken bei Trier.
Lautz, Ludw., Banquier in Trier.
Laymann, Dr., Reg.- und Geheim. Med.-Rath in Trier.
Lichtenberger, C., Dr., Rentner in Trier.
Lüttke, A., Bergrath a. D., in Saarbrücken.
Mallmann, Oberförster in St. Wendel.
Mencke, Berggeschworner auf Grube Reden bei Neunkirchen.
Möllinger, Buchhändler in Saarbrücken.
Nasse, R., Bergwerksdirector in Saarbrücken.
Neufang, Bauinspector in Saarbrücken.
Noeggerath, Albert, Bergrath in Saarbrücken.

Digitized by Google

Noeggerath, Justizrath in Saarbrücken.
Pabst, Fr., Gutsbesitzer in St. Johann-Saarbrücken.
Pfaehler, Geh. Bergrath in Sulzbach bei Saarbrücken.
Quien, Friedr., Kaufmann in Saarbrücken.
Raiffeisen, Bergrath in Neunkirchen bei Saarbrücken.
Rautenstrauch, Valentin, Commerzienrath in Trier.
Rexroth, Ingenieur in Saarbrücken.
Ribbentrop, Alfred, Bergmeister in Gerolstein.
Riegel, C. L., Dr., Apotheker in St. Wendel.
Roechling, Carl, Kaufmann in Saarbrücken.
Roechling, Fritz, Kaufmann in Saarbrücken.
Roechling, Theod., Kaufmann in Saarbrücken.
Roemer, Dr., Director der Bergschule in Saarbrücken.
Rosbach, H., Dr., Kreisphysikus und Sanitätsrath in Trier.
Schaeffner, Hüttendirector am Dillinger-Werk in Dillingen.
Scherr, J. Sohn, Kaufmann und Mineralwasserfabrikant in Trier.
Schlachter, Carl, Kaufmann in Saarbrücken.
Schmelzer, Kaufmann in Trier.
Schröder, Richard, Dr., Berginspector in Heinitz bei Saarbrücken.
Schwarzmann, Moritz, Civil-Ingenieur in Casel bei Trier.
Seyffarth, F. H., Regierungs- und Baurath in Trier.
Simon, Michel, Banquier in Saarbrücken.
Steeg, Dr., Oberlehrer an der Real- und Gewerbeschule in Trier.
Strassburger, R., Apotheker in Saarlouis.
Stumm, Carl, Commerzienrath u. Eisenhüttenbesitzer in Neunkirchen.
Süss, Peter, Rentner in St. Paulin bei Trier.
Till, Carl, Fabrikant in Sulzbach bei Saarbrücken.
Tobias, Carl, Dr., Kreisphysikus in Saarlouis.
Viehoff, Director der höheren Bürgerschule in Trier.
Vosswinkel, Bergassessor in Saarbrücken.
Weber, Alb., Dr. med., Kreisphysikus in Daun.
Winter, F., Apotheker in Gerolstein.
Zachariae, Aug., Bergingenieur in Bleialf.
Zix, Heinr., Berginspector in Saarbrücken.

F. Regierungsbezirk Minden.

Banning, Dr., Gymnasiallehrer in Minden.
Bansi, H., Kaufmann in Bielefeld.
Baruch, Dr., Arzt in Paderborn.
Becker, Glashüttenbesitzer in Siebenstern bei Driburg.
Beckhaus, Superintendent in Höxter.
Biermann, A., in Bielefeld.
Bozi, Gust., Spinnerei Vorwärts bei Bielefeld.

Digitized by Google

Brandt, Gust., in Vlotho.
Damm, Dr., Sanitätsrath und Kreisphysikus in Warburg.
Delius, G., in Bielefeld.
Doench, Harry, Apotheker in Vlotho a. d. Weser.
Gerlach, Dr., Kreisphysikus in Paderborn.
Graeff, Leo, Salinendirector in Oeynhausen.
Hammann, Dr., Apotheker in Heepen bei Bielefeld.
Hermann, Dr., Fabrikbesitzer in Rehme.
Jüngst, Oberlehrer in Bielefeld.
Kaselowsky, F., Commissions-Rath in Bielefeld.
Klein, Pastor in Bödeken bei Paderborn.
Knaup, Dr., Apotheker in Salzkotten bei Paderborn.
Möller, Fr., auf dem Kupferhammer bei Bielefeld.
v. Oeynhausen, Fr., Reg.-Assessor a. D. in Grevenburg bei Vörden.
Ohly, A., Apotheker in Lübbecke.
Pietsch, Königl. Baurath in Minden.
Rammstedt, Otto, Apotheker in Levern.
Schweitzer, A. Apotheker in Bielefeld.
Sprengel, H., Apotheker in Bielefeld.
Steinmeister, Aug., Fabrikant in Bünde.
Stohlmann, Dr., Arzt in Gütersloh.
Veltmann, Apotheker in Driburg.
Volmer, Bauunternehmer in Paderborn.
Waldecker, A., Kaufmann in Bielefeld.

G. Regierungsbezirk Arnsberg.

Königliche Regierung in Arnsberg.
Adriani, Grubendirector der Zeche Hannibal bei Bochum.
Alberts, Berggeschworner a. D. und Grubendirector in Hörde.
Aldenhoven, Edmund, Betriebsdirector auf Zeche Müsen III in Blankenstein.
Altenloh, Wilh., in Hagen.
Arens, Carl, Kaufmann in Arnsberg.
Arndt, Oswald, Apotheker in Eiserfeld a. d. Sieg.
Arndts, Carl, Maler in Arnsberg.
Arndts, C., Gutsbesitzer in Rumbeck bei Arnsberg.
Asbeck, Carl, Commerzienrath in Hagen.
Asthöwer, Hüttendirector in Witten.
Bacharach, Moritz, Kaufmann in Hamm.
Baedeker, J., Buchhändler in Iserlohn.
Barth, Grubendirector auf Zeche Pluto bei Wanne.
von der Becke, Bergrath a. D. in Langendreer.
Becker, Wilh., Hüttendirector auf Germania-Hütte bei Grevenbrück.

Digitized by Google

Bergenthal, C. W., Gewerke in Hagen.
Bergenthal, Wilh.. Hüttenbesitzer in Warstein.
Berger, jun., Carl in Witten.
Bitter, Dr., Arzt in Unna.
Blome, Dr., Arzt in Eppendorf bei Bochum.
Blome, Michael, Papierfabrikant in Sundern.
Böcking, E., Gewerke in Unterwilden bei Siegen.
Böcking, Friedrich, Gewerke in Eisern (Kreis Siegen).
Bödiker, O., Dr., Apotheker in Rhynern bei Hamm.
Boegehold, Bergmeister in Sprockhövel.
Bölling, Oberbergrath in Dortmund.
Boesser, Julius, Betriebsdirector in Hagen.
Borberg, Herm., Dr. med., in Herdecke a. d. Ruhr.
Borndrück, Herm., Kreiswundarzt in Ferndorf bei Siegen.
Brabänder, Bergmeister a. D. in Bochum.
Brackelmann, Fabrik- u. Bergwerksdirector auf Schloss Wocklum bei Iserlohn.
Brand, G., Fabrikant in Witten.
Brasse, E., Bürgermeister in Siegen.
Brefeld, Gerichtsrath in Arnsberg.
Breuer, August, Kaufmann in Iserlohn.
Breuer, August, Stud. chem., in Iserlohn.
Brickenstein, Grubendirector in Witten.
Brisken, Fr., Dr. med., in Arnsberg.
Brockhaus, Ludw., Kaufmann in Iserlohn.
Broxtermann, Ober-Rentmeister in Arnsberg.
Brune, Salinenbesitzer in Höppe bei Werl.
Buchholz, Wilh., Kaufmann in Annen bei Witten.
Büscher, Heinrich, Kaufmann in Iserlohn.
Busch, Bergreferendar und Grubendirector in Bochum.
Buschmann, Regierungs- u. Consistorialrath in Arnsberg.
Cämmerer, Ober-Ingenieur in Witten.
Canaris, J., Berg- und Hüttendirector in Finnentrop.
Capell, Bergassessor in Bochum.
Christ, Bergrath in Bochum.
Christel, G., Apotheker in Lippstadt.
Cöls, Theodor. Amtmann in Wattenscheid bei Bochum.
Cosack, Fabrikbesitzer und Kaufmann in Arnsberg.
Crevecoeur, Apotheker in Siegen.
Dach, A., Grubendirector in Bochum.
Dahlhaus, Civilingenieur in Hagen.
Daub, Fr., Fabrikant in Siegen.
Daub, J., Markscheider in Siegen.
Deimel, A., Gemeindevorsteher in Elleringhausen.
Denninghoff, Fr., Apotheker in Schwelm.

Digitized by Google

Deuss, A., Apotheker in Lüdenscheidt.
v. Devivere, K., Freiherr, Oberförster in Glindfeld bei Medebach.
Diderichs, Ober-Maschinenmeister der berg.-märk. Eisenbahn in Witten.
Dieckerhoff, Hüttendirector in Menden.
Diesterweg, Heinr., Dr., in Siegen.
Dohm, Appellations-Gerichts-Präsident in Hamm.
Drecker, Kreisrichter in Dortmund.
Dresler, Heinr., Kaufmann in Siegen.
Dresler, III., J. H., Bergwerks- und Hüttenbesitzer in Siegen.
Dresler, Ad., Gruben- und Hüttenbesitzer in Creuzthal b. Siegen.
Drevermann, Dr., Chemiker in Hörde.
Drevermann, H. W., Fabrikbesitzer in Enneperstrasse.
v. Droste zu Padtberg, Freiherr, Landrath in Brilon.
von Droste zu Vischering-Padtberg, M. Freiherr in Brilon.
Dröge, A., Kreisrichter in Arnsberg.
Ebbinghaus, E., in Massen bei Unna.
Eilert, Fried., Ober-Bergrath in Dortmund.
Elbers, Christ., Dr., Chemiker in Hagen.
Elbers, C., in Hagen.
Emmerich, Ludw., Bergrath in Arnsberg.
Engelhardt, G., Grubendirector auf Königsgrube bei Bochum.
Engstfeld, E., Oberlehrer in Siegen.
Erbsälzer-Colleg in Werl.
Erdmann, Bergassessor a. D. in Witten.
Ernst, General-Director und Fabrikbesitzer in Hamm.
Essellen, Rechtsanwalt in Dortmund.
Fach, Ernst, Dr., Berg- und Hütteningenieur in Friedrichshütte zu Laasphe a. d. Lahn.
Féaux, Dr., Professor in Arnsberg.
Feldhaus, C., Apotheker in Altena.
Ficker, Rittmeister in Burgholdinghausen (Kreis Siegen).
Fischer, Heinr., Kaufmann in Lüdenscheidt.
Fix, Seminarlehrer in Soest.
Flügel, Carl, Apotheker in Dortmund.
Flume, Rich., Apotheker in Wattenscheid.
Fölzer, Heinrich, Gewerke in Siegen.
Först, Christ., Bauunternehmer in Witten.
Förster, Dr. med. in Bigge.
Frielinghaus, Gust., Grubendirector in Dannebaum bei Bochum.
Funke, Apotheker in Hagen.
Funcke, F., Apotheker in Witten.
Gabriel, F., Hüttenbesitzer in Elslohe.
Gabriel, W., Fabrikant und Gewerke in Soest.
Gallhof, Jul., Apotheker in Iserlohn.

Digitized by Google

Garschagen, H., Kaufmann in Hamm.
v. Gaugreben, Friedr., Freiherr, in Assinghausen.
Gerlach, Bergmeister in Siegen.
Gerson, Siegf., Kaufmann in Hamm.
Ginsberg, A., Markscheider in Siegen.
Gläser, Jac., Bergwerksbesitzer in Siegen.
Gläser, Leonhard, Bergwerksbesitzer in Siegen.
Göbel, Franz, Gewerke in Meinhard bei Siegen.
Göbel, Apotheker in Altenhunden.
Graefinghoff, R., Dr., Apotheker in Langendreer.
Graff, Ad., Gewerke in Siegen.
Griebsch, J., Buchdruckereibesitzer in Hamm.
Grote, H. F, Fabrikbesitzer in Arnsberg.
Güthing, Tillm., in Eiserfeld.
Haarmann, Gust., Dr., in Witten.
Haarmann, Joh. Heinr., Stadtrath und Fabrikbesitzer in Witten.
Haarmann, Wilhelm, Kaufmann in Iserlohn.
Haege, Bauinspector in Siegen.
Hahne, C., Commerzienrath in Witten.
Hambloch, J., Generaldirector in Lohe bei Kreuzthal.
Le Hanne, Jacob, Bergmeister in Olsberg.
Hanf, Salomon, Banquier in Witten.
Harkort, Friedr., in Barop.
Harkort, P., in Scheda bei Wetter.
Harnischmacher, F. J., Gymnasial-Oberlehrer in Brilon.
Hartmann, Apotheker in Bochum.
d'Hauterive, Apotheker in Arnsberg.
Heintzmann, Bergrath in Bochum.
Heintzmann, Justizrath in Hamm.
Hellmann, Dr., Kreisphysikus in Siegen.
Hengstenberg, Dr., Kreisphysikus in Bochum.
Herbers, Herm., Fabrikinhaber in Iserlohn.
Herbers, Ludwig, Fabrikinhaber in Iserlohn.
Herbertz, Heinr., Kaufmann in Langendreer.
Heutelbeck, Carl, Gewerke in Werdohl.
v. der Heyden-Rynsch, Otto, Landrath in Dortmund.
Hiby, Wilh., Grubendirector in Altendorf bei Kupferdreh.
Hilgenstock, Daniel, Obersteiger in Hörde.
Hintze, W., Rentmeister in Cappenberg.
Hobrecker, Kaufmann und Fabrikbesitzer in Hamm.
Hoeck, Johann, Betriebsführer in Meggen bei Altenhunden.
Hoegg, Dr., Gymnasial-Director in Arnsberg.
v. Hövel, Fr., Freih., Rittergutsbesitzer in Herbeck bei Hagen.
Hofmann, Dr., Director der chem. Fabrik in Woklum bei Balve.
Hokamp, W., Lehrer in Sassendorf.

Digitized by Google

Holdinghausen, W., Ingenieur in Unna.
v. Holzbrink, Landrath in Altena.
v. Holzbrink, L., in Haus Rhade bei Brügge a. d. Volme.
v. Holzbrink, Staatsminister a. D., Reg.-Präsident in Arnsberg.
Hoppe, A., Gewerke in Hagen bei Allendorf.
Hoynk, H., Dr. med. in Arnsberg.
Hundt, Th., Bergrath in Siegen.
Hüser, Joseph, Bergmeister a. D. in Brilon.
Hüser, H., Kaufmann in Hamm.
Hüstege, Friedr., Rechnungsführer in Heiminghausen.
Hüstege, Theodor, Grubenrepräsentant in Arnsberg.
Huth, Hermann, Kaufmann in Hagen.
Hüttenhein, Carl, Lederfabrikant in Hilchenbach.
Hüttenhein, Fr., Dr., in Hilchenbach bei Siegen.
Hüttenhein, M., Lederfabrikant in Hilchenbach bei Siegen.
Hüttenhein, Wilh., Kaufmann in Grevenbrück bei Bilstein.
Huyssen, Rob., Kaufmann in Iserlohn.
Jehn, Dr., Sanitätsrath und Kreisphysikus in Hamm.
Jüngst, Carl, in Fickenhütte.
Jüttner, Ferd., Markscheider in Dortmund.
Kaesen, Arnold, in Siegen.
Kaewel, W., Apotheken-Administrator in Menden.
Kamp, H., Hüttendirector in Hamm.
Keller, Joh., Conrector in Schwelm.
Kersting, Dr. med., Arzt in Bochum.
Kindermann, Rechtsanwalt in Dortmund.
Klagges, N., Fabrikant in Freienohl.
Klein, Fabrik-Director in Hüsten.
Klein, Ernst, Maschinen-Ingenieur in Dahlbruch bei Siegen.
Kley, Florenz, Dr., Apotheker in Blankenstein a. d. Ruhr.
Klingholz, Rud., Ober-Steiger in Sprockhövel.
Klophaus, Wilh., Kaufmann in Schwelm.
Klostermann, Dr., Arzt in Bochum.
Knibbe, Hermann, Bergmeister in Bochum.
Kocher, J., Hüttendirector in Haspe bei Hagen.
Köcke, C., Verwalter in Siegen.
Köhler, Steuerempfänger in Gevelsberg.
König, Baumeister in Dortmund.
König, Reg.-Rath in Arnsberg.
Köttgen, Rector an der höheren Realschule in Schwelm.
Kohles, Cataster-Controleur u. Vermessungs-Revisor in Brilon.
Kohn, Fr., Dr. med. in Siegen.
Kollmann, Hüttendirector in Niederschelden bei Siegen.
Korte, Carl, Kaufmann in Bochum.
Kremer, C., Apotheker in Balve.

Digitized by Google

Kreutz, Adolph, Bergwerks- und Hüttenbesitzer in Siegen.
Kropff, C., Gewerke in Olsberg (Kr. Brilon).
Kühtze, Apotheker in Gevelsberg.
Küper, Geheimer Bergrath a. D. in Dortmund.
Lehrkind, G., Kaufmann in Haspe bei Hagen.
Lemmer, Dr., in Sprockhövel.
Lent, Dr., in Dortmund.
Lentze, F. Fr., Hüttenbesitzer in Arnsberg.
Ley, J. C., Kaufmann in Bochum.
Liebermeister, E., Dr., in Unna.
Liebrecht, Albert, Kaufmann in Bochum.
Liebrecht, Julius, Fabrikbesitzer in Wickede.
v. Lilien, Freiherr, Kammerherr und Landrath in Arnsberg.
Liesse, Dr., Sanitätsrath u. Kreisphysikus in Arnsberg.
Limper, Dr., in Altenhunden.
Linhoff, Anton, Gewerke in Lippstadt.
List, Carl, Dr., in Hagen.
Löb, Gutsbesitzer in Caldenhof bei Hamm.
Lohmann, Albert, in Witten.
Lohmann, Carl, Bergwerksbesitzer in Bommern bei Witten.
Lohmann, Friedr., Fabrikant in Witten.
Ludwig, Bergassessor a. D. in Bochum.
Lübke, A., Eisenbahnbauunternehmer in Arnsberg.
Luycken, C., Kreisgerichtsrath in Arnsberg.
von der Marck, Rentner, in Hamm.
von der Marck, Dr., in Hamm.
Marenbach, Grubendirector in Siegen.
Marquart, Paul Clamor, Dr. phil., in Bochum.
Marten, Dr. med., in Hörde.
Marx, Markscheider in Siegen.
v. Mees, Reg.-Rath in Arnsberg.
Meinhard, Hr., Fabrikant in Siegen.
Meinhard, Otto, Fabrikant in Siegen.
Meininghaus, Ewald, Kaufmann in Dortmund.
Melchior, Justizrath in Dortmund.
Mensing, Rechtsanwalt in Witten.
Menzel, Robert, Berggeschworner a. D. und Bergwerksdirector bei dem Bochumer Verein für Bergbau- und Gussstahlfabrikation in Bochum.
Menzler, Berg- und Hüttendirector in Siegen.
Metzmacher, Carl, Landtagsabgeordneter in Dortmund.
Morsbach, Dr., Arzt in Dortmund.
Muck, Dr., Chemiker und Lehrer der Chemie an der Bergschule in Bochum.
Müller, H., Dr., Reallehrer in Lippstadt.

Digitized by Google

von Münz, Kreisrichter in Arnsberg.
Neustein, Wilh., Gutsbesitzer auf Haus Jeckern bei Mengede.
Nöggerath, Ch., Professor am Gymnasium in Arnsberg.
Nolten, Apotheker in Barop bei Dortmund.
Nonne, Jul., Bergassessor in Dortmund.
Oechelhäuser, H., Fabrikant in Siegen.
Offenberg, Berggeschworner in Dortmund.
Osterrath, Ober-Regierungsrath in Arnsberg.
Othmer, J., Apotheker in Dorstfeld bei Dortmund.
Overbeck, Jul., Kaufmann in Dortmund.
Overweg, Carl, Rittergutsbesitzer in Letmathe.
Petersmann, H. A., Rentner in Vörde.
v. Pape, Egon, Freiherr, in Haus Loh bei Werl.
Peiffer, E., Gymnasial-Oberlehrer in Attendorn.
Pieler, Oberlehrer in Arnsberg.
Pieper, Bergassessor in Bochum.
Pieper, H., Dr., Gymnasial-Oberlehrer in Bochum.
Poock, Louis, Betriebsführer auf Grube Ernestus bei Elspe.
Potthoff, W., Louisenhütte bei Lünen.
v. Rappard, Lieutenant, auf Zeche Margaretha bei Aplerbeck.
Rath, Wilhelm, Grubendirector in Plettenberg.
Randebrock, August, Grubendirector in Dortmund.
Rauschenbusch, Justizrath in Hamm.
Redicker, C., Fabrikbesitzer in Hamm.
Reidt, Dr., Ober-Lehrer am Gymnasium in Hamm.
Reinhard, Dr., Arzt in Bochum.
Reifenstahl, Bergreferendar in Castrop.
Rintelen, Hauptmann a. D. und Amtmann in Sprockhövel.
Röder, O., Grubendirector in Dortmund.
Rollmann, E., Kaufmann in Hamm.
Rollmann, Pastor in Vörde.
Rosdücher, Cataster-Controleur in Hamm.
Rosenkranz, Grubenverwalter, Zeche Henriette bei Barop.
Roth, Bergmeister in Burbach.
Roth, Wilh., Wiesenbaumeister in Dortmund.
Ruben, Arnold in Siegen.
Ruetz, Carl, Hüttendirector in Dortmund.
Rüggeberg, Fabrikbesitzer in Hüsten.
Rump, Wilh., Apotheker in Dortmund.
Rustemeyer, H., Kaufmann in Dortmund.
Sahlmen, R., Dr. med. in Brilon.
Sarfass, Leo, Apotheker in Ferndorf bei Siegen.
Schack, Adolph, Apotheker in Wengern.
Schemmann, Emil, Apotheker in Hagen.
von Schenck, Justizrath in Arnsberg.

Digitized by Google

Schenck, Mart., Dr., in Siegen.
Schleifenbaum, H., Gewerke zu Boschgotthardtshütte bei Haardt a. d. Sieg.
Schlickum, A., Apotheker in Rönsal.
Schlieper, Heinr., Kaufmann in Grüne bei Iserlohn.
Schlüter, Reinhold, Rechtsanwalt in Witten.
Schmid, A., Bergrath in Hamm.
Schmid, Franz, Dr., Arzt in Bochum.
Schmidt, Aug., Apotheker in Haspe.
Schmidt, Aug., Ingenieur in Witten.
Schmidt, Bürgermeister in Hagen.
Schmidt, Ernst Wilh., Bergmeister in Müsen.
Schmidt, Fr., Baumeister in Haspe.
Schmidt, Joh., Dr. med., Arzt in Witten.
Schmidt III., Wilhelm, in Müsen.
Schmieding, Dr., Arzt in Witten.
Schmitz, C., Apotheker in Letmathe.
Schmitz, Appell.-Ger.-Rath in Hamm.
Schmöle, Aug., Kaufmann in Iserlohn.
Schmöle, Gust., Fabrikant in Menden.
Schmöle, Rudolph, Fabrikant in Menden.
Schmöle, Th., Kaufmann in Iserlohn.
Schmölter, Dr., in Siegen.
Schnabel, Dr., Director der höheren Bürger- und Realschule in Siegen.
Schneider, H. D. F., Hüttenbesitzer in Neunkirchen.
Schnelle, Caesar, Civilingenieur in Bochum.
Schönaich-Carolath, Prinz von, Berghauptmann in Dortmund.
Schroeder, F. W., Kaufmann in Sundern.
Schütte, Dr., Kreisphysikus in Iserlohn.
Schütz, Rector in Bochum.
Schulte, H. W., Dr. med., prakt. Arzt in Wiemelhausen bei Bochum.
Schulz, B., Bergwerksdirector auf Zeche Dahlbusch bei Gelsenkirchen.
Schulz, Alexander, Bergassessor in Lünen bei Dortmund.
Schultz, Dr., Bergassessor in Bochum.
Schultz, Justizrath in Bochum.
Schumacher, Fr., Bürgermeister in Hattingen.
Schwartz, W., Apotheker in Sprockhövel.
Schwarz, Alex., Dr., Lehrer an d. höheren Bürgerschule in Siegen.
Schweling, Fr., Apotheker in Bochum.
Seel, Grubendirector in Ramsbeck.
Settemeyer, Regierungsrath in Arnsberg.
Soeding, F., Fabrikbesitzer in Witten.
v. Sparre, Ober-Bergrath in Dortmund.

Digitized by Google

Spiess, R., Architekt in Siegen.
Sporleder, Grubendirector in Dortmund.
Stadt Schwelm.
Stamm, Herm., in Vörde.
Staehler, Heinr., Berg- und Hüttentechniker in Müsen.
Steinbrinck, Carl, Dr., Gymnasiallehrer in Hamm.
Steinseifen, Heinr., Gewerke in Eiserfeld bei Siegen.
Steinenberg, Rob., Kaufmann in Schwelm.
Stoll, Steuerempfänger in Hamm.
Stolzenberg, E., Grubendirector auf Zeche Centrum bei Bochum.
Stracke, Fr. Wilh., Postexpedient in Niederschelden bei Schelden.
Stratmann, gen. Berghaus, C., Kaufmann in Witten.
Stricker, Gustav, Kaufmann in Iserlohn.
Stuckenholz, Gust., Maschinenfabrikant in Wetter.
Suberg, Kaufmann in Hamm.
Stündeck, Appellations-Gerichtsrath in Arnsberg.
Taeglichsbeck, Bergmeister in Witten.
Thomée, H. jun., Kaufmann in Werdohl.
Thüssing, Rechtsanwalt in Dortmund.
Tiemann, Bergmeister in Hamm.
Tillmann, Eisenbahnbaumeister in Arnsberg.
Tillmann, Carl, Gewerke in Sundern.
Tilmann, Bergassessor in Königsborn bei Unna.
Trappen, Alfred, Ingenieur in Wetter a. d. Ruhr.
Trip, H., Apotheker in Camen.
Uhlendorff, L. W., Kaufmann in Hamm.
Ulmann, Sparkassenrendant und Lieutenant in Hamm.
Unkraut, Anton, Amtmann in Brilon.
Unkraut, Eberhard, Kaufmann in Brilon.
Utsch, Dr., prakt. Arzt in Freudenberg.
v. Velsen, Bergreferendar in Dortmund.
v. Velsen, Bergrath in Dortmund.
v. Viebahn, Baumeister a. D. in Soest.
v. Viebahn, Fr., Hüttenbesitzer auf Carlshütte bei Altenhunden.
Vielhaber, H. C., Apotheker in Soest.
Vogel, Rudolph, Dr., in Siegen.
Voigt, W., Professor, Oberlehrer in Dortmund.
Volmer, E., Bergreferendar und Grubendirector in Bochum.
Vorster, Lieutenant auf Mark bei Hamm.
Voswinkel, A., in Hagen.
Weddige, Amtmann in Bigge (Kreis Brilon).
Weeren, Friedr., Apotheker in Hattingen.
Welter, Ed., Apotheker in Iserlohn.
Welter, Jul., Apotheker in Lünen a. d. Lippe.
Wermuth, Geheimer Justizrath in Arnsberg.

Digitized by Google

Werte, E., Apotheker in Brilon.
Wessel, Grubeninspector in Hattingen.
Westermann, Bergreferendar in Bochum.
Westermann, Dr. med., Arzt in Bochum.
Westermann, Kreisbaumeister in Meschede.
Westhoff, Pastor in Ergste bei Iserlohn.
Weygand, Dr., Arzt in Bochum.
Weylandt, Bergreferendar in Siegen.
Wiebe, Reinhold, Bergreferendar in Herne.
Wiesner, Geh. Bergrath in Dortmund.
Wissenschaftlicher Verein in Witten.
Wisskott, Wilh., Kaufmann in Dortmund.
Witte, Carl, Fabrikbesitzer in Iserlohn.
Witte, verw. Frau Commerzienräthin auf Heidhof bei Hamm.
Würzburger, Mor., Kaufmann in Bochum.
Wulff, Jos., Grubendirector in Herne.
Wulff, W., Bürgermeister in Arnsberg.
Wuppermann, Ottilius, in Dortmund.
Zöllner, D., Catastercontroleur in Dortmund.
Zweigert, Appellations-Gerichts-Präsident in Arnsberg.

H. Regierungsbezirk Münster.

Albers, Apotheker in Ibbenbühren.
Albers, Apotheker in Lengerich.
Arens, Dr. med., Regierungs- und Medicinalrath in Münster.
Bartling, E., Techniker in Bork (Kreis Lüdinghausen).
Crespel, jun., Gutsbesitzer in Crone bei Ibbenbühren.
Crone, Baumeister in Münster.
v. Derschau, Bergmeister in Recklinghausen.
v. Ditfurth, Theod., Königl. Director der westphäl. Eisenbahn in Münster.
Dudenhausen, Apotheker in Recklinghausen.
Ehlert, Apotheker in Bocholt.
Engelhardt, Bergrath in Ibbenbühren.
von Foerster, Architekt in Münster.
Gropp, Amtmann in Boyenstein bei Beckum.
Hackebram, Apotheker in Dülmen.
Hackebram, Franz, Apotheker in Dülmen.
v. Heeremann, Freiherr, Regierungs-Assessor in Münster.
Heis, Ed., Dr., Prof. in Münster.
Hittorf, W. H., Dr., Prof. in Münster.
Hoffmann, Dr., Ober-Lehrer an der Realschule in Münster.
Homann, Apotheker in Nottuln.

Digitized by Google

Hosius, Dr., Prof. in Münster.
Karsch, Dr., Prof. und Medicinalrath in Münster.
Karsch, Ferdinand, in Münster.
Klövekorn, Carl, Forst-Candidat in Münster.
Krauthausen, Apotheker in Münster.
von Kühlwetter, Ober-Präsident in Münster.
Lahm, Domcapitular in Münster.
Landois, Dr., Prof. in Münster.
Libeau, L., Rentner in Münster.
Lorscheid, J., Dr., Prof. an d. Real- u. Gewerbeschule in Münster.
Michaëlis, königl. Baurath in Münster.
Münch, Director der Real- und Gewerbeschule in Münster.
Nitschke, Dr., Prof. in Münster.
Nübel, Dr., Sanitätsrath in Münster.
v. Olfers, F., Banquier in Münster.
Plagge, Dr. med., in Ibbenbühren.
Raabe, Betriebsführer der Bleierz-Zeche Perm in Ibbenbühren.
v. Raesfeld, Dr., Arzt in Dorsten.
Richters, G., Apotheker in Coesfeld.
Speith, Apotheker in Oelde.
v. Spiessen, Lewin, Freiherr, Kreisgerichtsrath in Dülmen.
Stahm, Inspector der Taubstummen-Anstalt in Langenhorst bei Steinfurt.
Stegehaus, Dr., in Senden.
Stieve, Fabrikant in Münster.
Strunk, Aug., Apotheker in Recklinghausen.
Suffrian, Dr., Geh. Regierungs- u. Provinzial-Schulrath in Münster.
Tosse, E., Apotheker in Buer.
Unckenbold, jun., Apotheker in Ahlen.
Volmer, Engelb., Dr. med., in Oelde.
Weddige, Rechtsanwalt in Rheine.
Wiesmann, Dr., Geh.-Sanitätsrath u. Kreisphysikus in Dülmen.
Wilms, Dr., Medicinal-Assessor und Apotheker in Münster.
Wünnenberg, E., Apotheker in Bottrop (bei Oberhausen).
Wynen, Dr., in Ascheberg bei Drensteinfurt.
Ziegler, Kreisgerichtsrath in Ahaus.

In den übrigen Provinzen Preussens.

Königl. Ober-Bergamt in Breslau.
Königl. Ober-Bergamt in Halle a. d. Saale.
Altum, Dr. u. Prof. in Neustadt-Eberswalde.
Ascherson, Paul, Dr., Prof. in Berlin (S. W. Friedrichstr. 217.)
Bahrdt, H. A., Dr., Rector der höheren Bürgerschule in Münden (Hannover).

Digitized by Google

Bardeleben, H., Dr., Director der königl. Gewerbeschule in Hildesheim.
Bauer, Max, Dr. phil., Prof. in Königsberg i. Pr.
Bauer, Bergmeister in Borgloh bei Osnabrück.
Beel, L., Bergwerksdirector zu Weilburg a. d. Lahn (Reg.-Bez. Wiesbaden).
Bergemann, C., Dr., Prof. in Berlin (Königgrätzerstrasse 91).
Bergschule in Clausthal a. Harz.
Beyrich, Dr., Prof. in Berlin (auf dem Karlsbade 9).
Bischof, C., Dr., Chemiker in Wiesbaden.
Böckmann, W., Rentner in Berlin (Potsdamerstrasse 91).
Böger, C., Dr., Generalstabsarzt in Berlin.
Bölsche, W., Dr. phil. in Osnabrück (Camp 40a).
Bohnstedt, Oberbergrath in Cassel.
Von Born, Wilhelm, Rentner in Wiesbaden (Victoriastrasse 1).
v. d. Borne, Bergassessor a. D. in Berneuchen bei Wusterwitz (Neumark).
Bothe, Ferd., Dr., Director der Gewerbeschule in Görlitz.
Brass, Arnold, Stud. chem. auf dem Polytechnicum in Hannover.
Brauns, D., Dr. phil., Docent in Halle a. d. Saale (Linkes Garten).
Budenberg, C. F., Fabrikbesitzer in Magdeburg.
Budge, Jul., Dr., Geh. Med.-Rath u. Prof. in Greifswald.
Busch, Herm., Lehrer a. d. höheren Bürgerschule in Uelzen (Prov. Hannover).
Caspary, Dr., Prof. in Königsberg i. Pr.
Cuno, Regierungs- und Baurath in Wiesbaden.
Curtze, Gymnasial-Lehrer in Thorn.
Dames, Willy, Dr. philos. in Berlin.
Dedeck, Dr. med. und Medicinalrath in Wiesbaden.
Devens, Polizei-Präsident in Königsberg i. Pr.
v. Dücker, Forstmeister in Stettin.
Eulenberg, Dr., Geh. Medicinalrath in Berlin.
Everken, Gerichtsrath in Grünberg.
Ewald, Dr., Mitglied d. Acad. d. Wissenschaften in Berlin.
Fasbender, Dr., Prof. in Thorn.
Fleckser, Ober-Bergrath in Halle a. d. Saale.
Fleitmann, Hermann, Kaufmann in Berlin (Thiergartenstr. 14).
Follenius, Ober-Bergrath in Halle a. d. Saale.
Frank, Fritz, Bergwerksbesitzer in Nievern.
Freund, Bergrath in Schönebeck.
Freudenberg, Max, königl. Bergwerksdirector in Ems.
Garke, Aug., Dr., Prof. u. Custos am königl. Herbarium in Berlin.
Giebeler, Carl, Hüttenbesitzer auf Adolphshütte bei Dillenburg.
Giesler, Bergassessor in Limburg a. d. Lahn.
Greeff, Dr. med., Prof. in Marburg.

Digitized by Google

von der Gröben, C., Graf, General der Cavallerie in Neudörfchen bei Marienwerder.
Grönland, Dr., Assistent d. Versuchsstation Dahme (Regbz. Potsdam).
Grube, H., Gartendirector in Sigmaringen.
Haas, Rud., Hüttenbesitzer in Dillenburg.
Hammacher, Friedr., Dr. jur., in Berlin (Victoriastrasse 11).
Hartwich, Geh. Ober-Baurath in Berlin (Wilhelmstrasse).
Hauchecorne, Ober-Bergrath u. Director d. K. Bergakad. in Berlin.
Heberle, Carl, Bergwerksdirector von Grube Friedrichssegen in Oberlahnstein.
Heusler, Fr., in Dillenburg.
v. Heyden, Lucas, Hauptmann z. D. in Bockenheim bei Frankfurt a. M.
Huyssen, Dr., Berghauptmann in Halle a. d. Saale.
Johanny, Ewald, in Wiesbaden.
Jung, Hüttendirector in Burgerhütte bei Dillenburg.
Kamp, Hauptmann in Osnabrück.
Kayser, Emanuel, Dr. u. Privatdocent in Berlin (Lustgarten 6).
Kemper, Rud., Dr., Apotheker in Osnabrück.
Kiefer, Kammerpräsident a. D. in Wiesbaden (Karlstrasse 1).
Kinzenbach, Carl, Bergverwalter in Weilburg.
v. Kistowski, Intendantur-Rath in Cassel.
Klingholz, Jul., in Wiesbaden (Elisabethstr. 4).
Koch, Carl, Dr., Landesgeologe in Wiesbaden (Rheinstr. 49).
von Koenen, A., Dr., Professor in Marburg.
Koerfer, Franz, Berg- und Hütteninspector in Hohenlohehütte bei Kattowitz.
Kosmann, B., Dr., Aichamtsdirector in Berlin (Alexandrinenstr. 84).
Krabler, Dr. med., in Greifswald.
Kranz, Jul., Ober-Bauinspector in Hildesheim.
Kretschel, A., Fabrikant in Osnabrück.
Kreuser, Werner, Grubenbesitzer in Blankenburg am Harz.
Krug v. Nidda, Ober-Berghauptmann, Wirkl. Geh.-Rath, Exc., in Berlin.
Kubale, Dr., Apotheker in Klitschdorf bei Bunzlau in Schlesien.
v. Lasaulx, A., Dr., Professor in Breslau.
Lassard, Ad., Dr. phil., Director der vereinigten Telegraphen-Gesellschaft in Berlin (Hohenzollernstrasse 6).
Leisner, Lehrer in Waldenburg in Schlesien.
Leist, Fr., Bergrath in Eisleben.
Lossen, C., Dr., in Berlin (Bergakad. Lustgarten 6).
Meyer, Rud., Kunstgärtner in Potsdam.
Molly, Reg.-Rath in Potsdam.
Mosler, Bergmeister und Hilfsarbeiter im Handelsministerium in Berlin (Schönebergerstr. 19).

Digitized by Google

Müller, Geheim. Bergrath in Halle a. d. Saale.
Münter, J., Professor in Greifswald.
Nickhorn, P., Rentner in Braubach a. Rh.
Pieler, Bergmeister in Dillenburg.
Poll, Robert, Dr. med., Assistenz-Arzt im 2. Garde Dragonerregiment in Berlin (Ritterstr. 18 part.)
v. Renesse, Königl. Bergrath in Osnabrück.
Rensch, Ferdinand, Rentner in Wiesbaden.
Rhodius, Lehrer an der Bergakademie in Berlin.
Richter, A., General-Landschaftsrath in Königsberg in Pr. (Königsstr. Nr. 83a).
Robert, Dr. med., Prof. in Wiesbaden.
v. Rohr, Ober-Bergrath in Halle a. d. Saale.
Romberg, Director der Gewerbeschule a. D. in Görlitz.
Römer, F., Dr., Geh. Bergrath und Prof. in Breslau.
Roth, J., Dr., Prof. in Berlin.
Sadebeck, Alexander, Dr., Professor in Kiel.
Scheck, H., Dr. philos., in Hofgeismar bei Cassel.
Scheuten, A., Rentner in Wiesbaden.
Schleifenbaum, W., Grubendirector in Elbingerode am Harz.
Schlönbach, Salineninspector in Salzgitter.
Schmitz, Friedr., Dr., Privatdocent in Halle a. d. Saale.
Schollmeyer, Carl, Königl. Bergmeister u. Bergassessor in Beuthen.
Schuchard, Dr., Director der chemischen Fabrik in Görlitz.
Schwarze, Ober-Bergrath in Breslau.
Schweizer, A., Lehrer in Ebsdorf (Hannover).
v. Seebach, C., Dr., Prof. in Göttingen.
Serlo, Berghauptmann in Breslau.
Soechting, Dr. philos., in Berlin (Matthäi-Kirchstr. 15).
Speyer, Oscar, Realschul-Lehrer in Berlin.
Temme, C., Bergdirector in Osnabrück.
Trenkner, W., in Osnabrück.
Umber, Fr., Dr., Lehrer am Pomologischen Institut in Geisenheim.
Vüllers, Bergwerks-Director zu Ruda in Oberschlesien.
Wagner, Ober-Bergrath in Halle a. d. Saale.
Wedding, Dr., Bergrath in Berlin.
Weiss, Ernst, Dr., Prof. in Berlin (Kurfürstenstr. 31).
Wetterhan, David, Privater in Frankfurt a. M. (Humboldstr. 19).
Winkler, Geh. Kriegsrath a. D. in Berlin (Schillstr. 17).
Wissmann, Rob., Oberförster-Candidat in Boveden bei Göttingen.
Zaddach, Prof. in Königsberg.
Zintgraff, August, in Dillenburg.

Digitized by Google

K. Ausserhalb Preussens.

Abich, Staatsrath und Akademiker in Tiflis.
Aragon, Charles, General-Agent der Gesellschaft Vieille-Montagne in Rom.
Baur, C., Dr., Ingenieur in Königsborn, Ober-Amt Heidenheim in Würtemberg.
Bäumler, Ernst, Ober-Bergrath a. D. und Centraldirector der Prager Eisen-Industrie-Gesellschaft in Wien (Walfischgasse 10).
v. Behr, J., Baron in Löwen (Belgien).
Blees, Bergassessor a. D. in Metz.
Binkhorst van Binkhorst, Th., Jonkher, in Maestricht.
Bockholz, in Hof.
Bosquet, Joh., Pharmaceut in Maestricht.
Brand, C., Dr., Dirigent der Chromfarbenfabrik in Alt-Orsova in d. Oesterr. Militärgrenze.
Briard, A., Ingenieur zu Mariemont in Belgien.
van Calker, Friedrich, Dr. phil. in Tilburg (Nord-Brabant).
Castel, Anatol, Gutsbesitzer in Maestricht.
Castendyck, W., Director in Harzburg.
Dahl, Wilh., Reallehrer in Braunschweig.
Deimel, Friedr., Dr., Augenarzt in Strassburg.
Dewalque, Prof. in Lüttich.
Dewalque, Prof. in Löwen (Belgien).
Dieffenbach, O., Dr. philos. in Giessen.
Dörr, H., Apotheker in Idar.
Dörr, Lud., Apotheker in Oberstein.
Dressel, Ludwig, S. J., in Quito.
von Dücker, F. F., Freiherr, Bergrath a. D. in Bückeburg.
Eck, H., Dr., Prof. am Polytechnicum in Stuttgart.
Eichhoff, Oberförster in Saarburg in Lothringen.
Emmel, Rentner in Stuttgart.
Erlenmeyer, Dr., Prof. in München.
Fassbender, R., Lehrer in Maestricht.
Föhrigen, Ober-Forstmeister in Schleswig.
Fromberg, Rentner in Arnheim.
Fuchs, Dr., Prof. in Meran in Tyrol.
Fühling, J. T., Hofrath und Prof. in Heidelberg.
Gille, J., Ingénieur au corps royal des Mines in Mons (rue de la Halle 10).
Gmelin, H., Ingenieur in Stuttgart (Militärstr. 16).
Greve, Dr., Oberthierarzt in Oldenburg.
Grothe, Prof. in Delft (Holland).
Grotrian, H., Kammerrath in Braunschweig.

Digitized by Google

Gümbel, C. W., Königl. bair. Ober-Bergrath, Mitglied der Akademie in München.
Hartung, Georg, Dr., Particulier in Heidelberg.
Haynald, Ludwig, Dr., k. wirkl. Geh. Rath u. Erzbischof, Exc. in Kalocsa in Ungarn.
Hermann, Dr., Prof. in Mannheim.
Hermes, Ferd., S. J., Ditton-Hall, Ditton near Warrington in England.
Hildebrand, Fr., Dr., Prof. in Freiburg i. B.
Hoffinger, Otto, Bergingenieur in Wiesloch in Baden.
Hofmann, Otmar, Dr., Bezirks-Arzt in Obernburg bei Aschaffenburg.
Hornhardt, Fritz, Oberförster in Biesterfeld bei Rischenau (Lippe-Detmold).
Kanitz, Aug., Dr. phil., Prof. in Klausenburg in Siebenbürgen.
Karcher, Landgerichtspräsident in Saargemünd.
Karsten, Herm., Dr., Prof. in Rostock.
Kawall, H., Pastor in Pussen in Kurland.
Kickx, Dr., Prof. in Gent.
v. Klippstein, Dr., Prof. in Giessen.
Krämer, F., Eisenhüttenbesitzer zu St. Ingbert (Rheinbayern).
Krämer, H., Eisenhüttenbesitzer in St. Ingbert.
Krohn, A., Dr., in Dresden (Friedrichstr. 13).
Laminne, Victor, Apotheker u. Mitglied d. Medicinal-Commission von Limburg in Tongres.
Lehmann, Johannes, Dr. philos., in Leipzig.
Ludwig, Fritz, Dr., Director der städtischen Realschule in Strassburg im Elsass.
Maass, Berginspector in Fünfkirchen in Ungarn,
Märtens, Aug., Oberförster in Schieder (Lippe-Detmold).
Martens, Ed., Prof. der Botanik in Löwen (Belgien).
Maurer, Friedrich, Rentner in Giessen.
Mayer, Ed., Landforstmeister in Strassburg (Kronenburgerstr. 27).
Meimaris, Stud. philos., in Mytilene auf Lesbos.
Miller, Konrad, Dr., in Essendorf in Würtemberg.
von Möller, wirkl. Geh.-Rath, Exc. u. Oberpräsident in Strassburg.
von Möller, Valerian, Prof. an der Bergakademie in St. Petersburg.
Nauck, Dr., Director des Polytechnikums in Riga.
Neinhaus, Wilh., Prof. am kais. Lyceum in Colmar.
Neumayr, Melchior, Dr. philos., Professor in Wien.
Nobel, Alfred, Ingenieur in Hamburg.
Nobiling, Theodor, Dr., Fabrikdirector zu Neuschloss bei Lampertheim, Grossherz. Hessen.
Oehmichen, Dr., Prof. der Landwirthschaft in Jena.
Oldham, Thomas, Prof. in Calcutta.
Ottmer, E. J., in Braunschweig (Braunschw. Höhe 27).

Digitized by Google

Overbeck, A., Dr. in Lemgo (Lippe-Detmold).
Ploem, Dr. med., in Java.
Preyer, Dr., Prof. in Jena.
Reiss, Dr. philos., in Mannheim.
van Rey, Wilh., Apotheker in Vaels bei Aachen (Holland).
von Roehl, Platzmajor in Metz.
von Roenne, Ober-Bergrath in Strassburg (Münstergässchen 3).
Rörig, Carl, Dr. med., Brunnenarzt in Wildungen (Waldeck).
Rose, F., Dr., Prof. in Strassburg (Fegergasse 3).
Ruchte, S., Dr., Lehrer an der k. Gewerbeschule in Neuburg a. d. Donau.
Schemmann, C. J., Kaufmann (Firma Schemmann und Schulte), in Hamburg.
van Scherpenzeel, Th. Ad., Director de la Vieille-Montagne zu Valentin-Cocq, Station Yemeppe (Belgien).
Schrader, Carl, Apotheker in Metz.
Siemens, Charles William, Dr., F. R. S. in London (3. Great George Street, Westminster).
von Simonowitsch, Spiridon, Dr. u. Prof. in Tiflis.
de Sinçay, St. Paul, General-Director in Chenée bei Lüttich.
Schultze, Ludwig, Dr., Bankdirector in Hamburg.
Schumann, Geheimer Kriegsrath a. D., in Dresden.
v. Strombeck, Herzogl. Kammerrath in Braunschweig.
Tappermann, Oberförster in Strassburg.
Tecklenburg, Theod., Bergmeister in Bad Nauheim, Kr. Hanau.
Thywissen, Herm., Bergreferendar in Strassburg.
Tischbein, Oberforstmeister in Birkenfeld.
Ubaghs, Casimir, in Maestricht (Naturalien-Comptoir rue des blanchisseurs).
de Vaux, in Lüttich (Rue des Angis 15).
Wagener, R., Oberförster in Langenholzhausen (Fürstenth. Lippe).
Wagner, H., Reudnitz bei Leipzig (Grenzstrasse 31/84.)
Weissgerber, H., Hüttendirector in Giessen.
Wiester, Rudolph, General-Director der Bergwerks-Aktien-Gesellschaft Duxer Kohlenverein in Dux bei Böhmen.
Winnecke, Aug., Dr., Prof. in Strassburg.
Wirtgen, Ferdinand, Apotheker in Ettenheim in Baden.
Wittenauer, G., Bergwerksdirector in Luxemburg.
Zartmanu, Ferd., Dr. u. Dir. der Augenheilanstalt in Luxemburg.
Zirkel, Ferd., Dr., Prof. in Leipzig.

Mitglieder, deren jetziger Aufenthalt unbekannt ist.

Badorf, Magnus, früher Lehrer a. d. Realschule in Augsburg.
Bastert, Aug., Grubenbesitzer, früher in Giessen.

Digitized by Google

Börstinghaus, Jul., Grubenrepräsentant, früher auf Zeche Hannover bei Bochum.
Brockmann, General-Director, früher in Guanaxuato in Mexiko.
Burchartz, Apotheker, früher in Aachen.
von dem Busche, Freiherr, früher in Bochum.
Drees, Dr., früher in Fredeburg.
Dost, Ingenieur-Hauptmann, früher in Pillau (Reg.-Bez. Königsberg).
Forster, Theod., Chemiker, früher in Stassfurt.
Fürth, G., Dr., Arzt, früher in Bilstein bei Olpe.
George, Markscheider, früher in Oberhausen.
Gerstein, Ed., Dr. med., früher in Dortmund.
Hennes, W., Kaufmann und Bergverwalter, früher in Ründeroth.
Klaas, Fr. Wilh., Chemiker, früher in Othfresen bei Salzgitter.
Klinkenberg, Aug., Hüttendir., früher in Landsberg bei Ratingen.
Lenssen, Ernst, Chemiker, früher in Rheydt.
Moll, Ingenieur und Hüttendirector, früher in Cöln.
Mundt, Hauptmann a. D., früher in Broicherhof bei Bensberg.
Regeniter, Rud., Ingenieur, früher in Cöln.
Rinteln, Catastercontroleur, früher in Lübbecke.
Roessler, Dr., Ingenieur, früher in Bonn.
v. Rykom, J. H., Bergwerksbesitzer, früher in Burgsteinfurt.
Schöller, F. W., Bergbeamter, früher in Rübeland.
Schultze, Baumeister, früher in Berlin (Ostbahnhoff).
Siegmund, Ad., Mineraloge, früher in Bonn.
Spieker, Alb., Bergexspectant, früher in Bochum.
Welkner, C., Hüttendirector, früher in Wittmarschen bei Lingen.
Wüster, Apotheker, früher in Bielefeld.

Am 1. Januar 1875 betrug:

Die Zahl der Ehrenmitglieder	17
Die Zahl der ordentlichen Mitglieder:	
im Regierungsbezirk Cöln	226
» » Coblenz	123
» » Düsseldorf	214
» » Aachen	86
» » Trier	86
» » Minden	31
» » Arnsberg	387
» » Münster	55
In den übrigen Provinzen Preussens	124
Ausserhalb Preussen	109
Aufenthalt unbekannt	28
	1486

Digitized by Google

Seit dem 1. Januar 1875 sind dem Verein beigetreten:

1. Lindemann, Oberlehrer am Gymnasium in Lemgo.
2. Becker, O., Apotheker in Rhaunen.
3. Höchst, Johann, Bergmeister in Olpe.
4. Sassenfeld, Dr., Gymnasiallehrer in Trier (Brodstrasse 276).
5. Tamm, Robert, Bürgermeister in Lünen a. d. Lippe.
6. Stadt Minden in Westfalen.
7. Verein für Vogelschutz, Geflügel- und Singvögelzucht in Minden.
8. Cramer, Dr. med., in Minden.
9. Brandt, Domänenpächter in Rodenberg bei Neundorf. (Regbz. Minden).
10. Muermann, Kaufmann in Minden.
11. Busch, H., Fabrikbesitzer und Stadtrath in Minden.
12. Johow, Kreis-Thierarzt in Minden.
13. Faber, Apotheker in Minden.
14. Busch, J., Fabrikbesitzer in Minden.
15. Quante, Rentner in Minden.
16. Bettmann, Kaufmann in Minden.
17. Wiehe, Kaufmann in Minden.
18. Endler, Stadtrath in Minden.
19. Mölle, Baumeister in Minden.
20. Sauerwald, Dr. med., in Oeynhausen.
21. Voelwer, Architekt in Oeynhausen.
22. Meyer, Ingenieur in Oeynhausen.
23. Königliche Regierung in Minden.
24. Weihe, Dr. med., in Oeynhausen.
25. Metz, Rechtsanwalt in Minden.
26. Menge, Steuerrath in Minden.
27. Schaupensteiner, Apotheker in Minden.
28. Büren, Hermann, Bergverwalter in Runkel.
29. Ketteler, Eduard, Dr., Professor in Bonn.
30. Rive, Grubendirector in Berge-Borbeck.
31. Druiding, Dr. med., Sanitätsrath in Meppen.
32. von Oheimb, Cabinets-Minister a. D. und Landrath, Exc., in Holzhausen bei Hausberge.
33. Winzer, Pastor in Minden.
34. Schrader, Fabrikbesitzer in Gernheim bei Petershagen.
35. von Strauss u. Torney, Regierungsrath in Bückeburg.
36. von Auer, Friedr., Oberst-Lieutenant in Bonn.
37. Mondorf, Heinrich, Fabrikbesitzer in Mehlem.
38. Bruns, Buchdruckereibesitzer in Minden.
39. Müller, C., in Minden (auf dem Bahnhof).
40. Caesar, Rittergutsbesitzer, Rothenhoff bei Hausberge.

Digitized by Google

41. Heye, Fabrikbesitzer in Porta bei Minden.
42. von Eichhorn, Regierungs-Präsident in Minden.
43. Liebisch, Theodor, Dr. phil., Assistent am mineralog. Museum in Bonn.
44. Hölscher, Bauführer in Minden.
45. Reincke, Lehrer in Minden.
46. Küster, Stadtrath in Minden.
47. Lax, Eduard, Rentner in Minden.
48. Muthmann, Wilh., Fabrikant und Kaufmann in Elberfeld.
49. Kreideweiss, Stadtverordneter in Minden.
50. Bücking, Dr. phil., Bieber bei Gelnhausen.
51. Hugues, Carl, Landwirth in Kaddenhausen bei Minden.
52. Siemssen, G. Theodor, in Hamburg.
53. Banning (Firm. Keller u. Banning), Fabrikbesitzer in Hamm.
54. Bohlmann, Fabrikbesitzer und Stadtverordneter in Minden.
55. Müller, Dr., in Oeynhausen.
56. Bierman, Apotheker, in Bünde.
57. Wilken, Apotheker in Minden.
58. Puchmüller, Kreissecretär in Minden.
59. Nottmeier, F., Gewerke, in Porta bei Minden.
60. Schultz-Henke, Dr. med., Regierungs- und Medicinalrath in Minden.
61. Vopelius, Carl, Hüttenbesitzer in Sulzbach bei Saarbrücken.
62. Dittmer, Geh. Regierungsrath in Coblenz.

Digitized by Google

Einige Notizen zur Analyse der Mineralquelle bei Gerolstein in der Eifel

von Apotheker F. Winter in Gerolstein.

(Vergleiche Verhandl. des Naturh. Vereins der preuss. Rheinl. und Westfalens 1874, pag. 87 und 88.)

Das Mineralwasser ist als ein kohlensäurereiches muriatisches Natronwasser (ein muriatischer Natronsäuerling) zu bezeichnen.

Auf Phoebus'sche therapeutische Aequivalentzahlen zurückgeführt ergiebt meine Analyse:

Kohlensäure = 1,4
Kohlensaures Natron = 0,8
Chlornatrium = 0,5
Schwefelsaures Natron = 0,2
Kohlensaure Magnesia = 0,2
Kohlensaurer Kalk = 0,2.

Die Aequivalente bezeichnen die für eine normale therapeutische Einwirkung des betreffenden Stoffes nöthige mittlere Tagesgabe (= 1,0).

Der Kohlensäuregehalt würde also in einem Liter bereits beinahe $1^1/_2$ mal die von der Kohlensäure verlangte Wirkung hervorbringen.

Da man dieselbe leicht durch Stehenlassen und Schütteln des Wassers zum Theil entfernen kann — wenn von zu starker, aufregender Wirkung derselben Nachtheile zu fürchten wären —, so kann man die nächsten starken Ingredienzen, kohlensaures Natron und Chlornatrium, leicht in Gaben nehmen lassen, die zu hinreichend wirksamen Kuren vollständig genügen.

In vielen Fällen wird es wünschenswerth sein, das Wasser lauwarm trinken zu lassen, wobei von selbst ein grosser Theil der Kohlensäure entfernt wird, die bei kaltem Genuss hingegen grade dem Wasser besondern Werth verleiht.

Druck von Carl Georgi in Bonn.

Digitized by Google

Das Complexe als Ausdruck des Zusammenhangs zwischen der elliptischen Polarisation der Spiegelung und Brechung und der Dispersion der Farben.

Eine Revision der Cauchy'schen Reflexionstheorie.

Von

Prof. Dr. E. Ketteler.

Das Complexe wurde zuerst von Fresnel in die Optik eingeführt und in dem von ihm behandelten Falle auch erfolgreich gedeutet. Fresnel[1]) stiess bei seiner Untersuchung der Totalreflexion auf complexe Amplitüden. Uebersteigt nämlich in den (auf eine innere Reflexion bezogenen) Intensitätsformeln der dort vorkommende Brechungswinkel den Werth des Gränzwinkels, so erlangt der Schwächungscoefficient der gespiegelten Welle die complexe Form:

$$A + B\sqrt{-1}.$$

Der Umstand, dass für die als Functionen von Index und Einfallswinkel bekannten Grössen A und B die Beziehung besteht:

$$A^2 + B^2 = 1,$$

genügte seinem Scharfblick, die reflectirte Welle als eine Superposition zweier unter sich um eine Viertelwellenlänge differirender Partialwellen zu erkennen, folglich allgemein, wenn unter t die laufende Zeit und unter T die Schwingungsdauer verstanden wird:

---

1) Ann. de chim. t. 46; Pogg. Ann. Bd. 22.

Digitized by Google

$$(A + B\sqrt{-1})\cos\frac{2\pi}{T}t = A\cos\frac{2\pi}{T}t + B\sin\frac{2\pi}{T}t$$

$$= A'\cos\left(\frac{2\pi}{T}t - \chi\right)$$

$$A' = \sqrt{A^2 + B^2},\ \operatorname{tang}\chi = \frac{B}{A}$$

zu deuten, so dass $\sqrt{-1}$ durch $\operatorname{tang}\frac{2\pi}{T}t$ ersetzt werden dürfte.

Wie es scheint, begnügte sich Fresnel mit dieser seiner Interpretation, ohne auf eine nähere Betrachtung der bezüglichen physikalischen Vorgänge einzugehen. Dass dieselbe auch vor der Erfahrung Stand hält, zeigten seine Versuche mit den nach ihm benannten Glasparallelepipeden.

Eine zweite Art complexer Grössen, nämlich complexe Brechungsverhältnisse, wurde zuerst von Cauchy [1]) behandelt. Die berühmten Cauchy'schen Formeln für die Metallreflexion, die durch die Messungen Jamin's [2]) und Quincke's [3]) experimentell bestätigt sind, beruhen nämlich auf der Annahme, dass für Metalle das Snellius-Huyghens'sche Brechungsgesetz eine complexe Form annehme. Cauchy's Conception erscheint um so kühner und grossartiger, als man damals noch keine Substanz kannte, für die das Brechungsverhältniss je nach der Wellenlänge bald reell, bald complex wird, wie man es bei Körpern mit Oberflächenfarbe beobachtet. Im vorliegenden Fall ist es leicht, mit Hülfe bekannter mathematischer Sätze von einer Sinuscurve mit complexem Argument — und nur als Bestandtheil eines solchen kommt ein complexer Brechungsexponent in Betracht — zu einer Summe von solchen mit reellem Argument und einer Exponentialgrösse als Factor überzugehen.

Während nun freilich Cauchy, und mit ihm Beer

---

1) Compt. rend. t. XIII, p. 560; t. XXVI, p. 86. — Pogg. Ann. Bd. 74, S. 543.

2) Compt. rend. t. XXII, p. 477; t. XXIII, p. 1103. — Ann. de chim. t. XXII, p. 311.

3) Pogg. Ann. Bd. 128, S. 541.

Digitized by Google

und Andere, den Fehler beging, auf diese Summe ohne stichhaltige Vorprüfung die besprochene Fresnel'sche Regel in Anwendung zu bringen, werden dagegen wir dieselbe wieder zusammenfassen zur Gleichung einer Welle mit complexem Phasenunterschied.

Cauchy that indess schon vorher einen Schritt weiter. Den durch Neumann in die Reflexionstheorie hineingebrachten Dualismus suchte er dadurch zu beseitigen, dass er mit Umgehung der streitigen Deutung des Princips der lebendigen Kräfte die schon von Lagrange allgemein aufgestellten und von Green [1]) in der Theorie des Lichtes angewandten reinen Continuitätsbedingungen für die Gränzen von Körpern aufgriff und fortbildete. Während nämlich Green die in diesen Gleichungen auftretenden sogenannten verschwindenden oder Longitudinal-Strahlen wie eine Wellenbewegung von sehr grosser Fortpflanzungsgeschwindigkeit behandelt, legte ihnen Cauchy [2]) complexe oder vielmehr imaginäre Brechungsverhältnisse, d. h. Schwingungen zu, deren Weite in geometrischer Progression mit ihrem Abstande von der Trennungsfläche abnehmen soll.

Cauchy wie Green gelangten so in der That nicht bloss zu Fresnel's Reflexionsformeln zurück, sondern anscheinend sogar zu einer vollgültigen Erklärung der elliptischen Polarisation der Spiegelung, und die von ihnen hierfür aufgestellten Gesetze haben gleichfalls durch Jamin [3]), sowie später namentlich durch Kurz [4]) und Quincke [5]) innerhalb der Gränzen der Beobachtungsfehler eine leidliche Bestätigung gefunden.

Von späteren Bearbeitern der Reflexionstheorie erwähne ich nur zwei, Beer und Fr. Eisenlohr.

Beer hat in einer Reihe von Abhandlungen die Cauchy'schen Formeln für durchsichtige Mittel, ferner Näherungsformeln für die Metallreflexion und endlich die

1) Cambr. Trans. p. I.
2) Compt. rend. t. IX, p. 729; t. XXVIII, p. 124.
3) Ann. de chim. (3) t. XXIX, p. 263; t. XXXI, p. 16.
4) Pogg. Ann. Bd. 108, S. 582.
5) Ebend. Bd. 128, S. 355.

Digitized by Google

allgemeinen Formeln für durchsichtige und undurchsichtige Mittel [1]) abgeleitet. Da Beer bezüglich der Fresnel'schen Interpretation complexer Amplituden eine nähere theoretische Motivirung für erforderlich erachten mochte, und da überdies complexe Brechungsverhältnisse noch keine greifbare Thatsache geworden, so vermeidet er allenthalben das Zeichen des Imaginären ($\sqrt{-1}$) und führt dafür von vornherein reelle Phasenunterschiede ein.

Beer stellt sich ganz und consequent auf den Standpunkt der Green-Cauchy'schen Gränzbedingungen, und das selbst bei der Entwickelung der Metallreflexion, bei der Cauchy sich wenigstens schliesslich mit der blossen Transformation der Fresnel'schen Formeln begnügte. Da indess gerade wegen dieses Verfahrens die wirklichen Brechungswinkel in die Ausdrücke eingehen und sonach diese letzteren für durchsichtige wie für metallische Mittel ihre Verwandtschaft documentiren, so erlangen die Beer'schen Formeln in physikalischer Beziehung ein weit grösseres Interesse, als es die ursprünglichen Formeln Cauchy's thaten, deren Gestalt zwar praktisch bequem, deren Coefficienten jedoch eine ausschliesslich mathematische Bedeutung haben. Beer hat übrigens den wahren Zusammenhang zwischen Absorption und Brechung in den metallischen Mitteln ebenso wenig erkannt wie Cauchy, und überdies sind manche seiner Formeln geradezu unrichtig, resp. approximativ.

Beer's Voraussetzung, Cauchy habe seine Formeln für die Metallreflexion mittelst besonderer tief gehender Speculation gewonnen, „deren Vorenthaltung eine unbegreifliche Zurückhaltung sei", bestätigte sich kaum. Es zeigte vielmehr Eisenlohr [2]) in möglichst knapper, gedrängter Behandlung, wie man von den Fresnel'schen Intensitätsformeln durch einfache Complexsetzung des Brechungsverhältnisses zu den Cauchy'schen gelange. Die Darstellung Eisenlohr's ging damit wieder von der mehr physikalischen Seite zur mathematischen zurück. Und da zudem zu Gunsten der

1) Pogg. Ann. Bd. 91, S. 467 und 561; Bd. 92. S. 402.
2) Ebend. 104, S. 368.

Digitized by Google

Eleganz die am wenigsten durchsichtigen Coefficienten vorgezogen und auch die Veränderlichkeit des wirklichen Brechungsverhältnisses stillschweigend übergangen wurde, so ist möglicher Weise manchem Physiker, der sich durch die Unbestimmtheit Beer's wie durch den Mangel an Durchsichtigkeit seitens Eisenlohr zurückgestossen fühlte, die Metallreflexion selbst nach ihrer äusseren Seite hin ein mysteriöses Etwas geblieben.

Die Erscheinungen der Absorption haben insbesondere seit Entdeckung und sorgfältigerem Studium der Körper mit Oberflächenfarben ein erhöhtes Interesse gewonnen. An diesen Körpern spiegelt sich das Licht zum Theil wie an Glas, zum Theil wie an Metallen [1]), und in ihnen bricht es sich mit anomaler Farbenfolge [2]).

Andererseits gewinnt auch die neuerdings von Boussinesq [3]), Sellmeier [4]) und mir [5]) vertretene Anschauung mehr und mehr Boden, dass man es bei allen dioptrischen Vorgängen weniger mit einer besonderen Constitution des inneren Aethers als mit einem Zusammenschwingen von Körper- und Aethertheilchen zu thun habe, und dass vielmehr der innere Aether, abgesehen etwa von der Existenz der die ponderablen Kerne einschliessenden Aetherhüllen, sowohl nach Elasticität als Dichtigkeit dem äusseren Aether gleich sei. Insbesondere ist es auf Grund dieser Annahme möglich, zunächst für die sogenannten neutralen Mittel eine, wie mir scheint, theoretisch sichere Ableitung der Gleichung der lebendigen Kräfte zu geben, welche Betrachtung, wie ich a. a. O. gezeigt habe, sich auch auf bewegte Mittel ausdehnt.

Nimmt man hinzu, dass die Intensität des an einem bewegten durchsichtigen Mittel reflectirten Lichtes für den

---

1) Vergl. E. Wiedemann Pogg. Ann. Bd. 151, S. 1.

2) Vergl. Christiansen Pogg. Ann. Bd. 141, S. 570, Bd. 143, S. 250. — Kundt ebendaselbst Bd. 143, S. 259; Bd. 154, S. 128; Bd. 145, S. 164. — Soret Bibl. univ. (1871) p. 280.

3) Journ. de Math. XIII, 313.

4) Pogg. Ann. Bd. 145, S. 399.

5) Astronomische Undulationstheorie, Bonn 1873. Abh. VIII, S. 187. — Berl. Monatsberichte (1874) S. 32.

Digitized by Google

Fall senkrecht auf der Einfallsebene stehender Schwingungen sogar mit einziger Anwendung des Fresnel-Neumann'schen Grundsatzes von der Continuität der Excursionen und Oscillationsgeschwindigkeiten bestimmt werden konnte, dann scheint vielleicht der Augenblick nicht fern, wo es gelingen wird, die gesammte Reflexionstheorie auf einer neuen Grundlage auf- und auszubauen. Ich möchte nun in gegenwärtiger Abhandlung zeigen, dass diese Grundlage wesentlich auf der gedachten Annahme des Mitschwingens der ponderablen Theilchen und speciell auf der einzig durch letztere bedingten Dispersion der Farben beruhen wird.

Principien und Disposition.

Wir nehmen an, das auf die spiegelnde Fläche auffallende Licht sei geradlinig polarisirt. Die Schwingungsausschläge der Aethertheilchen in der einfallenden, reflectirten und durchgehenden Welle mögen bezeichnet werden durch ϱ_E, ϱ_R, ϱ'_R, ϱ_D, ϱ'_D, und zwar sollen sich die unaccentuirten Zeichen auf die gewöhnlichen, die accentuirten auf die verschwindenden Strahlen beziehen. Legt man durch irgend einen Einfallspunkt ein Coordinatensystem, dessen X-Axe auf der Trennungsfläche und dessen Z-Axe auf der Einfallsebene senkrecht steht, und zerlegt man die genannten Ausschläge nach diesen Axen, so mögen die bezüglichen Componenten ξ, η, ζ genannt werden. Die Summe aller ξ, soweit sie sich auf das erste Mittel bezieht, heisse ξ_I, die entsprechende für das zweite Mittel ξ_{II} und analog für die übrigen. Denkt man sich dann das natürlich gegebene, aus Aether- und Körpertheilchen bestehende Aggregat durch ein aequivalentes aus reinem Aether ersetzt, dann verlangt zufolge Cauchy der Grundsatz der Continuität, dass die durch diese Summen als Functionen der Lage der Aetherpunkte repräsentirten Curven für die Theilchen der Gränzschicht nicht bloss an einander stossen, sondern auch stetig in einander überfliessen. Man hat daher die Bedingungsgleichungen:

$$\left.\begin{array}{lll} \xi_I = \xi_{II}, & \eta_I = \eta_{II}, & \zeta_I = \zeta_{II} \\ \dfrac{d\xi_I}{dx} = \dfrac{d\xi_{II}}{dx}, & \dfrac{d\eta_I}{dx} = \dfrac{d\eta_{II}}{dx}, & \dfrac{d\zeta_I}{dx} = \dfrac{d\zeta_{II}}{dx} \end{array}\right\} x = 0.$$

Digitized by Google

Wenn Cauchy, von diesen Gleichungen ausgehend, die Schwingungen der einfallenden Welle senkrecht und parrallel zur Einfallsebne zerlegt und für erstere Componente die Bedingungen aufstellt:

$$\zeta_E + \zeta_R = \zeta_D, \quad \frac{d\zeta_E}{dx} + \frac{d\zeta_R}{dx} = \frac{d\zeta_D}{dx},$$

also für den Fall senkrecht zur Einfallsebne schwingenden einfallenden Lichtes die verschwindenden Strahlen von vornherein vernichtet, so bezeichnen wir das von unserem Standpunkte aus als ersten Missgriff und als eine folgenschwere Verkümmerung der ganzen Reflexionstheorie. Die verschwindenden Strahlen schrumpfen dadurch zu longitudinalen Strahlen zusammen, und die Existenz letzterer, die ohnehin die Erfahrung niemals hat constatiren können, muss von der neuen dioptrischen Vorstellungsweise mit grösster Energie bekämpft werden.

Der praktische Erfolg hat freilich das Cauchy'sche Verfahren scheinbar legitimirt. Er erhielt zwei Gleichungen, deren erste mit der entsprechenden Fresnel-Neumann'schen Continuitätsgleichung, und deren Product mit der Fresnel'schen Form der Gleichung der lebendigen Kräfte zusammenfällt. Statt nun dieses Princip noch ferner zu umgehen, musste der Ausdruck desselben sofort auf die zur Einfallsebene parallelen Componenten angewandt und zur Bestimmung der Charaktere der verschwindenden Strahlen verwerthet werden[1]).

Dass Cauchy dieses nicht that, vielmehr mit den übrig bleibenden Continuitätsbedingungen selbständig und willkürlich schaltete, scheint uns ein zweiter Missgriff, und

1) Als charakteristisch für die erwähnten Continuitätsgrundsätze, resp. ihre Behandlung seitens Beer will ich noch anführen, dass letzterer, der Cauchy's (niemals in extenso publicirte) Behandlung der Metallformeln nicht kannte, die verschwindenden Strahlen anfangs sowohl bei Schwingungen senkrecht als parallel zur Einfallsebene einführte und dieselben erst später für ersteren Specialfall als überflüssig verwarf. In der That ist die Berechtigung ihrer Einführung für beide Specialfälle die gleiche, und wird weiterhin ihre Entbehrlichkeit auch für den andern erwiesen werden.

Digitized by Google

können wir diese seine ungleiche Behandlung der genannten beiden Specialfälle nur mit Entschiedenheit verwerfen. Wenn wir damit, wenigstens im Cauchy'schen Sinne, auf eine einseitige specifische Oberflächenwirkung, also auch auf seine Art der Begründung der elliptischen Polarisation der durchsichtigen Mittel verzichten, so geben wir dafür den verschwindenden Strahlen ihre eigentliche Bedeutung zurück, die nämlich, von den Körpertheilchen verschluckt zu werden, um, in Körperschwingungen umgewandelt, zugleich mit den Aetherschwingungen die wahre Gleichung der lebendigen Kräfte zu befriedigen.

Die hypothetischen verschwindenden Strahlen stehen freilich unter dem besonderen Einflusse einer Reactionswirkung der Körpertheilchen der Gränzschicht gegen die Schwingungen des sie einseitig umgebenden Aethers. Wir werden sehen, dass diese letztere auch auf der wirklich gebrochenen transversalen Welle eine vorübergehende Aenderung zu bewirken vermag, die ebenso gut zur Hervorrufung eines Phasenunterschiedes geeignet scheint, und die überdies in ihren Consequenzen der Erfahrung besser genügt als die so gekünstelten Hypothesen Cauchy's und Green's.

Fragt man nunmehr, was denn diese strengere Behandlung von dem ganzen System der Lagrange-Cauchy'schen Continuitätsbedingungen übrig lasse, so ist die Antwort: Nichts als einen leeren Rahmen, der erst durch Einführung des Princips der lebendigen Kräfte entweder Inhalt und Leben gewinnt oder unter Umständen auch gesprengt wird, der aber ohne dasselbe nur der Willkür anheimfällt.

Was endlich diese Gleichung der lebendigen Kräfte selbst betrifft, so betrachten wir dieselbe als die Grundlage unserer ganzen weiteren Arbeit. Dieselbe muss bei dem Uebergang des Lichtes von einem Mittel in ein anderes sowohl für einen einzelnen Elementarstoss zur Zeit t als auch für die Summe derselben während einer beliebigen Zeit, etwa der Dauer einer Schwingung, erfüllt sein. Im ersteren Fall mögen die in Betracht kommenden Intensitäten als die

Digitized by Google

augenblicklichen, im letzteren als die totalen bezeichnet werden.

Wir gehen von den ersteren aus und beziehen das Princip der lebendigen Kräfte zunächst auf die Theilchen der Gränzschicht. Dem entsprechend verstehe man unter m_E, m_R, m_D die in der gleichen Zeit in einem Punkte der einfallenden, reflectirten und durchgehenden Welle in Bewegung gesetzten unendlich kleinen Aethervolumina, die unserer Anschauung zufolge den bezüglichen Aethermassen proportional sind. Ferner mögen die entsprechenden Schwingungsgeschwindigkeiten durch c_E, c_R, c_D bezeichnet werden. Analog endlich seien m'_E, m'_R, m'_D die im Raume m enthaltenen Körpermassen (eingeschlossen ihre etwaigen Aetherhüllen) und c'_E, c'_R, c'_D die Schwingungsgeschwindigkeiten derselben.

Sofern die c und c' für die einzelnen, in einem und demselben Volum enthaltenen Aether- und Körpertheilchen verschiedene Grösse haben sollten, so verstehe man darunter die Mittelwerthe.

Dies vorausgesetzt, verlangt das Princip der Erhaltung der Kraft für alle Punkte der Trennungsfläche:

$$1.\qquad \begin{aligned}(m_E c_E^2 + m'_E c'^2_E) - (m_R c_R^2 + m'_R c'^2_R)\\ = (m_D c_D^2 + m'_D c'^2_D)\end{aligned} \qquad x = 0.$$

Die weitere Entwickelung dieser Gleichung knüpft sich selbstverständlich an die Bedingung, unter der das Zusammenschwingen der Aether- und Körpertheilchen Statt hat. Wir machen denn vorab, uns jede etwa erforderliche Verallgemeinerung vorbehaltend, die denkbar einfachste Annahme, dass Aether- und Körpertheilchen, wenn auch nicht die gleiche Amplitude, so doch gleiche Periode und gleiche Phase mit einander gemein haben.

Unter diesen Umständen hat das Schwingungsgesetz derselben im allgemeinen die Form:

$$2.\qquad \frac{c}{C} = \frac{c'}{C'} = \cos\frac{2\pi}{T}\left(t - \frac{\Delta}{\omega_E} + \frac{\delta}{\omega}\right)$$
$$\delta = x\cos\alpha + y\sin\alpha,$$

wo nämlich c, c' die mittlere Schwingungsgeschwindigkeit der Theilchen einer Welle zur Zeit t ist, deren Abstand vom Coordinatenanfangspunkt gleich δ ist. Δ bedeutet die

Digitized by Google

Entfernung des letzteren von der erregenden Wellebene (etwa irgend einer früheren Lage der einfallenden); C, C' sind die mittleren Geschwindigkeitsamplitüden, T ist die Schwingungsdauer und ω die Fortpflanzungsgeschwindigkeit; die Länge der gebildeten Welle (ωT) heisse λ. Versteht man endlich unter α der Reihe nach den Einfallswinkel α_E, den Spiegelungswinkel α_R und den Brechungswinkel α_D und setzt zur Abkürzung $\frac{\Delta}{\omega_E} = \Theta$, dann hat man für alle Punkte der Ebene $x = o$ die Beziehung:

$$(m_E C_E^2 + m'_E C'^2_E)\cos^2\frac{2\pi}{T}\left(t - \Theta + y\frac{\sin\alpha_E}{\omega_E}\right)$$
$$-(m_R C_R^2 + m'_R C'^2_R)\cos^2\frac{2\pi}{T}\left(t - \Theta + y\frac{\sin\alpha_R}{\omega_R}\right)$$
$$= (m_D C_D^2 + m'_D C'^2_D)\cos^2\frac{2\pi}{T}\left(t - \Theta + y\frac{\sin\alpha_D}{\omega_D}\right).$$

Sofern dieselbe für alle t und alle y gültig bleibt. so zerfällt sie in die beiden folgenden:

3.
$$\frac{\sin\alpha_E}{\omega_E} = \frac{\sin\alpha_R}{\omega_R} = \frac{\sin\alpha_D}{\omega_D}$$
$$(m_E C_E^2 + m'_E C'^2_E) - (m_R C_R^2 + m'_R C'^2_R) = (m_D C_D^2 + m'_D C'^2_D).$$

Die erstere derselben repräsentirt das allgemeine Spiegelungs- und Brechungsgesetz, und ist insbesondere für isotrope Mittel $\alpha_R = 180^0 - \alpha_E$.

Fasst man dagegen zweitens die während einer Schwingungsdauer von der Wellenquelle ausgegangenen und auf die einfallende, gespiegelte und gebrochene Welle übergegangenen Bewegungsmengen in's Auge, so lässt sich wiederum in doppelter Weise verfahren. Man integrirt entweder die lebendigen Kräfte, die durch einen beliebigen unendlich dünnen, aber optisch äquivalent genommenen Querschnitt der drei Wellen während der Zeit T hindurchgehen. Oder man summirt die seitens der Quelle geleisteten Arbeiten, wie sie sich in einem bestimmten Augenblick auf den drei Wellen zwischen je zwei gleichen Schwingungszuständen, also auf der bezüglichen Länge derselben, vorfinden.

Ist nun die Breite der Wellen resp. β_E, β_R, β_D, die

Digitized by Google

Dichtigkeit des Aethers $=1$, die der Körpertheilchen $=\varsigma$, so muss sein:

Sowohl erstens:

$$\omega_E\beta_E(C_E^2+\varsigma_E C'^2_E)\int_t^{t+T}\cos^2 2\pi\left(\frac{t'}{T}+\frac{\delta_E}{\lambda_E}\right)dt$$

$$-\omega_R\beta_R(C_R^2+\varsigma_R C'^2_R)\int_t^{t+T}\cos^2 2\pi\left(\frac{t'}{T}+\frac{\delta_R}{\lambda_R}\right)dt$$

$$=\omega_D\beta_D(C_D^2+\varsigma_D C'^2_D)\int_t^{t+T}\cos^2 2\pi\left(\frac{t'}{T}+\frac{\delta_D}{\lambda_D}\right)dt$$

als auch zweitens:

$$\beta_E(C_E^2+\varsigma_E C'^2_E)\int_\delta^{\delta+\lambda_E}\cos^2 2\pi\left(\frac{t'}{T}+\frac{\delta_E}{\lambda_E}\right)d\delta$$

$$-\beta_R(C_R^2+\varsigma_R C'^2_R)\int_\delta^{\delta+\lambda_R}\cos^2 2\pi\left(\frac{t'}{T}+\frac{\delta_R}{\lambda_R}\right)d\delta$$

$$=\beta_D(C_D^2+\varsigma_D C'^2_D)\int_\delta^{\delta+\lambda_D}\cos^2 2\pi\left(\frac{t'}{T}+\frac{\delta_D}{\lambda_D}\right)d\delta,$$

wo noch t mit Θ zu dem ebenso beliebigen t' zusammengefasst ist.

Die Ausführung der Integration ergibt mit Berücksichtigung der Proportion:

4. $$m_E : m_R : m_D = \beta_E\lambda_E : \beta_R\lambda_R : \beta_D\lambda_D$$

in beiden Fällen den gleichen Ausdruck wie in Gl. 3, aber es beziehen sich nunmehr die Massen m auf beliebig ausgedehnte Volumina.

Setzt man das mittlere Verhältniss der Amplitüden der Körper- und Aethertheilchen $\frac{C'}{C}=d$ und schreibt:

5. $m_E C_E^2(1+\varsigma_R d_E^2)-m_R C_R^2(1+\varsigma_R d_E^2)=m_D C_D^2(1+\varsigma_D d_D^2)$,

dann charakterisirt, wie wir zeigen werden, der in den Klammern enthaltene Factor das Brechungs- und Extin-

Digitized by Google

ctionsvermögen des betreffenden Mittels längs der bestimmten Richtung der Wellennormale; er ist folglich, sofern beide zugleich mit dem Brechungsindex desselben gegeben sind, eine Function von diesem.

Die Volumina m dagegen sowie die Wellenbreiten β sind ausserdem noch abhängig von der Richtung der sie begränzenden, ihren Wellennormalen zugeordneten Strahlen.

Was nun das Verhältniss betrifft, in dem sich eine gegebene lebendige Kraft auf Aether- und Körperschwingungen vertheilt, so entwickelt sich dasselbe mittelst folgender Erwägung.

Heisst c die Schwingungsgeschwindigkeit, $\varrho = \int c dt = f(t, \delta)$ der Schwingungsausschlag einer sich in der Richtung δ im reinen Aether fortpflanzenden ebenen Welle zur Zeit t, dann ist dieses Fortschreiten derselben dem Princip der wellenförmigen Bewegung zufolge geknüpft an die Beziehung:

6. $$f(t+\Delta t, \delta+\Delta\delta) = f(t, \delta), \quad \Delta\delta = v\Delta t,$$

woraus:

7. $$\frac{d\varrho}{dt} = \pm v \frac{d\varrho}{d\delta}$$

oder:

$$c = \pm v \tang \alpha,$$

unter v die Fortpflanzungsgeschwindigkeit und unter α den Neigungswinkel verstanden, den die Wellenlinie in demjenigen Punkte, durch welchen zur Zeit t die Geschwindigkeit c eben hindurchgeht, mit der Richtung der Wellennormale bildet.

Nennt man ferner m die in einer unendlich dünnen Schicht vom Querschnitt 1 enthaltene Aethermasse und e die in ihr vorhandene Elasticität, so erhält man mittelst der hier anwendbaren Newton'schen Formel:

8. $$v^2 = \frac{e}{m}$$

die Beziehung:

$$mc^2 = e \tang^2 \alpha$$

als Ausdruck der Aequivalenz der gegebenen, durch einen bestimmten Querschnitt des Aethers hindurchgehenden le-

Digitized by Google

bendigen Kraft und der von ihr geweckten bestimmten elastischen Triebkraft.

Wendet man sich hiernach vom homogenen Aether zu den ponderablen durchsichtigen Mitteln, so denke man sich in deren Innern den reinen Aether mit Körpermolekülen untermischt, d. h. mit trägen Massen, die, verglichen mit der Stärke der von der Welle ausgehenden Impulse, nur eine verhältnissmässig schwache Einwirkung auf einander und auf die Aethertheilchen ausüben. Wäre diese Einwirkung geradezu gleich Null (wie etwa die feiner in einer Kundt'schen Schallröhre suspendirter Staubtheilchen), so würden die Körpertheilchen vom schwingenden Aether fortgerissen und an den Oscillationen desselben als eine Art von Ballast mit gleicher Schwingungsdauer und Amplitude Theil nehmen. Ist daher in einer unendlich dünnen Schicht des Mittels vom Querschnitt 1 neben der Aethermasse m die Körpermasse m' enthalten, so ist bezüglich der Fortpflanzung der durchgehenden Wellen der Effect der gleiche, als ob die Masse m' mit der Masse m zu einer Gesammtmasse m+m' verbunden würde, so dass nunmehr die letztgenannte Beziehung sich schreibt:

$$(m + m')c^2 = e\,\mathrm{tang}^2\alpha.$$

Indess selbst dann noch, wenn aus irgend welchen Gründen die einzelnen ponderablen Theilchen m' für sich besondere Oscillationsgeschwindigkeiten c' erhielten, würde, abgesehen von der dann nothwendig eintretenden innern Diffusion, der obige Zusammenhang zwischen fortgeleiteter lebendiger Kraft und Neigung der (Aether)-Wellenlinie seine Gültigkeit bewahren. Man hat daher in diesem allgemeineren Fall:

9. $$mc^2 + \Sigma m'c'^2 = e\,\mathrm{tang}^2\alpha$$

oder auch, sofern für die verschiedenen Oscillationsgeschwindigkeiten c' ihr Mittelwerth c' eingeführt wird:

$$mc^2\left(1 + \frac{m'c'^2}{mc^2}\right) = e\,\mathrm{tang}^2\alpha.$$

Ersetzt man nun wieder c und $\mathrm{tang}\,\alpha$ durch ihre Differentialquotienten, so dass:

10. $$\frac{d\varrho}{dt} = \frac{\sqrt{e}}{\sqrt{m(1 + \varsigma d^2)}}\,\frac{d\varrho}{d\delta},$$

Digitized by Google

so zieht sich daraus unter Beihülfe der Gleichungen 6 und 7 der Schluss, dass in einem nach unseren Voraussetzungen gebildeten Aggregat von Aether- und Körpertheilchen jeder von aussen her gegebene Impuls dasselbe mit einer Geschwindigkeit durchläuft, die gegeben ist durch:

11. $$\omega^2 = \frac{e}{m(1+\varsigma d^2)} = \frac{v^2}{1+\varsigma d^2}.$$

Da übrigens bei Ableitung dieses Ausdrucks die innere Constitution des ponderablen Gefüges selbst eine willkürliche bleibt, so dehnt sich seine Anwendbarkeit auch auf die anisotropen Mittel aus, und es wird für diese das Amplitüdenverhältniss d eine Function des Orientirungswinkels zu den optischen Axen.

An einem andern Orte [1]) endlich habe ich gezeigt, dass derselbe bewegte wie ruhende Mittel umfasst, und dass insbesondere die Aberrationserscheinungen die Richtigkeit unserer Anschauung dadurch erweisen, dass es mittelst derselben gelingt, die zuerst von Fresnel entdeckte Modification der Fortpflanzungsgeschwindigkeit in bewegten Mitteln theoretisch zu begründen.

Für alle dioptrischen Mittel und zwar für jede Richtung im Innern derselben besteht sonach die Relation:

12. $$1+\varsigma d^2 = n^2,$$

unter n den absoluten Brechungsindex verstanden. Ich werde diese Gleichung mit Recht als den Grund- und Hauptsatz der Theorie des Mitschwingens der ponderablen Theilchen hinstellen dürfen.

Setzt man jetzt:

$$\mu = m(1+\varsigma d^2) = m + m'_1,$$

so dass:

13. $$\omega^2 = \frac{e}{\mu},$$

so verhält sich das aus Aether- und Körpertheilchen bestehende zusammengesetzte Mittel für jede Richtung im Innern desselben wie ein reiner Aether, dessen „reducirte Aethermasse" gleich μ ist, und dessen Oscillationsgeschwindig-

1) Astr. Und. S. 195 für isotrope und S. 198 für anisotrope Mittel.

Digitized by Google

keiten die gleichen sind wie die der Aethertheilchen des Aggregates.

Nunmehr erhält die Gleichung der lebendigen Kräfte (5) die folgende, ebenfalls allgemeingültige Form:

14. $$m_E n_E^2 C_E^2 - m_R n_R^2 C_R^2 = m_D n_D^2 C_D^2$$

oder bei Einführung der reducirten Aethermassen:

14b. $$\mu_E C_E^2 - \mu_R C_E^2 = \mu_D C_D^2.$$

Sie ist die gleiche, wie sie Fresnel [1]) aufstellte, welcher $\frac{\mu}{m}$ als Dichtigkeit des inneren Aethers auffasst.

Neben der reducirten Aethermasse und zwar als analoge Hülfsgrösse lässt sich schliesslich eine „reducirte Aethergeschwindigkeit" aufstellen, deren Hervorhebung mit besonderer Beziehung auf die Gleichungen Cauchy's und Neumann's von Wichtigkeit erscheint. Setzt man nämlich:

15. $$\varsigma d^2 = \frac{c'_1}{c},$$

folglich:

$$\mu = m \frac{c + c'_1}{c} = m \frac{\gamma}{c},$$

so schreibt sich:

$$\omega^2 = \frac{e \frac{c}{\gamma}}{m} = \frac{e \frac{1}{1+\varsigma d^2}}{m}$$

oder kürzer:

16. $$\omega^2 = \frac{\varepsilon}{m}.$$

Es verhält sich also das zusammengesetzte Aggregat auch wie ein reiner Aether von der Masse (m) des Weltäthers, aber von ungleicher Elasticität $\left(\varepsilon = \frac{e}{n^2}\right)$, in welchem die Oscillationsgeschwindigkeiten mit den „reducirten Aethergeschwindigkeiten"

1) Fresnel's Annahme über diese Dichtigkeit scheint, wie man mit Recht vermuthen darf, nicht bloss durch die Formel Newton's, sondern auch durch seine Deutung des für die Aberrationstheorie aufgestellten Entrainirungscoefficienten $\frac{n^2-1}{n^2}$ veranlasst.

Digitized by Google

17. $\gamma = c + c'_1$

zusammenfallen. Wir werden im Folgenden entsprechend ε als „reducirte Elasticität" bezeichnen.

Bekanntlich unterscheidet man neben der objectiven Stärke einer Wellenbewegung noch ihre subjective Intensität. Dieselbe misst sich (als totale) für ein im reinen Aether aufgestelltes Auge durch das Quadrat der Amplitude C als das Integral der während der Zeiteinheit der Flächeneinheit zugeführten lebendigen Kräfte. Denkt man sich diese Flächeneinheit als sehr klein und dehnt den Begriff der Intensität auch auf die Schwingungen des intermolekularen Aethers aus, so ist man berechtigt, allgemein zu schreiben:

$$J = C^2.$$

Dies vorausgesetzt, treffen wir für die weitere Arbeit folgende Disposition:

Verfügt man auf Grund der vorangegangenen Untersuchung über eine Gleichung, welche die drei in Betracht kommenden Oscillationsgeschwindigkeiten mittelst der zugehörigen, als bekannt vorauszusetzenden Producte $mn^2 = \beta\omega n^2 = \frac{\beta}{\omega} v^2$, d. h. mittelst Functionen, die nur von der Fortpflanzungsgeschwindigkeit und von dem Winkel zwischen Strahl und Wellennormale abhängen, mit einander verknüpft, so lässt sich derselben mit Leichtigkeit eine Continuitätsbedingung hinzufügen, die sich ausschliesslich auf die Oscillationen der Aethertheilchen allein bezieht. Beide Gleichungen lassen sich für alle bekannten Combinationen von homogenen (ruhenden) Mitteln, sofern wenigstens die entsprechenden Vorgänge nicht aus der Ebene des Hauptschnittes heraustreten, durch einander aufdividiren, und die so entstehende dritte Gleichung erscheint als weitere Continuitätsbedingung (sei es im geometrischen oder im mechanischen Sinne), welche für Aether- und Körpertheilchen zugleich erfüllt ist.

Gehen wir nun aus von dem einfachsten Falle, dass nämlich in mn^2 sowohl β als ω reell ist, so lässt sich die Aufgabe dadurch erweitern, dass man einmal bei reeller

Digitized by Google

Fortpflanzungsgeschwindigkeit ω die Wellenbreite β und damit die Richtung des Strahles complex oder imaginär setzt. Andererseits kann dann auch ω complex werden, und auch in diesem Falle können Strahl und Wellennormale sich entweder decken oder auseinandertreten.

Dem entsprechend bestimmen wir die Intensität des gespiegelten und gebrochenen Lichtes:

A) für die sogenannten neutralen isotropen und anisotropen Mittel,

B) für die mit elliptischer Polarisation begabten (isotropen) Mittel und dieselbe

C) insbesondere unter den Bedingungen der Totalreflexion,

D) für die metallisch reflectirenden Mittel ohne Berücksichtigung der Gränzwirkung,

E) für dieselben unter Berücksichtigung der Gränzwirkung.

F) Endlich soll gezeigt werden, dass diese hier aufgestellte, bisher übliche Eintheilung der dioptrischen Mittel sich nicht wohl mehr halten lässt, sofern eben jedes Mittel je nach der auffallenden Strahlengattung bald die Eigenschaften der einen, bald die der andern Klasse besitzt.

Im Uebrigen werden wir in jedem einzelnen Falle das Imaginäre eliminiren und die bezüglichen Vorgänge nicht nur leicht übersehbar darstellen, sondern dieselben auch auf rein physikalische Ursachen zurückführen.

A. Das neutrale Mittel.

Jamin, welcher die elliptisch polarisirenden Mittel als positive und negative kennen lehrte, stellte zwischen beide die sogenannten neutralen Mittel, als deren hauptsächlichste Repräsentanten Alaun und Menilit aufgeführt werden. Während eine elliptisch polarisirende Substanz auffallendes geradlinig polarisirtes Licht in elliptisches umwandelt [1]), vermag das ein neutrales Mittel nie. Auf letz-

1) Das Vorzeichen dieser Umwandlung ist übrigens, wie Quincke hervorhebt, das entgegengesetzte, je nachdem der Uebergang des Lichtes erfolgt vom Weltäther zum Mittel oder vom Mittel zu jenem.

Digitized by Google

teres wenden sich daher diejenigen einfachen Grundsätze an, die zuerst von Fresnel und Neumann formulirt wurden.

Man denke sich zwei isotrope Mittel — oder auch zwei anisotrope unter der Einschränkung, dass beider Symmetrieebnen mit der Einfallsebne zusammenfallen — durch eine ebne Fläche getrennt. Unterscheiden wir die beiden Fälle, dass die Schwingungen des einfallenden Lichtes entweder erstens auf der Einfallsebne senkrecht stehen oder zweitens derselben parallel sind.

I. In diesem Fall ist die statthabende Spiegelung und Brechung die ordinäre. Versteht man noch wie früher unter c die variable Oscillationsgeschwindigkeit der Aethertheilchen und beachtet, dass der Oscillationsausschlag ϱ gegeben ist durch:

$$\varrho = \int c\,dt = C\int \cos\frac{2\pi}{T}\left(t - \Theta + \frac{\delta}{\omega}\right)dt$$

$$= \frac{1}{2\pi}\,C\,T\sin\frac{2\pi}{T}\left(t - \Theta + \frac{\delta}{\omega}\right) = A\sin\frac{2\pi}{T}\left(t - \Theta + \frac{\delta}{\omega}\right),$$

so besteht zwischen der Geschwindigkeitsamplitude C und der Ausschlagsamplitude A die Beziehung:

$$C = 2\pi\frac{A}{T}.$$

Nunmehr lässt sich das Continuitätsprincip in doppelter Weise entweder mit Fresnel und Neumann auf die Schwingungsgeschwindigkeiten oder mit Cauchy auf die Schwingungsausschläge der (Aether-)Theilchen der Gränzschicht anwenden. Dem entsprechend hätte man die beiden Gleichungen:

$$18.\qquad \left.\begin{aligned} \varrho_E + \varrho_R &= \varrho_D \\ \frac{d\varrho_E}{dt} + \frac{d\varrho_R}{dt} &= \frac{d\varrho_D}{dt} \end{aligned}\right\} x = 0.$$

Wie ich anderswo gezeigt habe, führen dieselben in der That für bewegte Mittel, für welche T_E, T_B, T_D nicht gleich sind, zum Ziele, ohne dass es nöthig wäre, noch andere Principien herbeizuziehen. Wollte man sie dagegen ohne Weiteres auf ruhende Mittel anwenden, so würden beide identisch [1]).

1) Astron. Undulationstheorie, Zusatz H, S. 221. Durch die that-

Digitized by Google

Mit jedenfalls grösserer Willkür und nur a posteriori berechtigt ersetzt Cauchy die vorstehenden Gleichungen durch das System der beiden schon genannten folgenden:

$$19. \qquad \left.\begin{aligned} \varrho_E + \varrho_R &= \varrho_D \\ \frac{d\varrho_E}{dx} + \frac{d\varrho_R}{dx} &= \frac{d\varrho_D}{dx} \end{aligned}\right\} x = 0.$$

Wenn nämlich diese Gleichungen der Erfahrung auch für ruhende Mittel [1]) und selbst für bewegte, sofern die Reflexion im äusseren Weltäther Statt findet, genügen, so versagen sie ihren Dienst bei der Reflexion im Innern bewegter Mittel. Bei einer solchen inneren Spiegelung haben nämlich einfallende und reflectirte Welle ungleiche Fortpflanzungsgeschwindigkeiten und darum ungleiche Volumina und ungleiche lebendige Kräfte, und so lässt sich sagen, dass die Cauchy'schen Grundsätze bloss so lange zulässig bleiben, als sie mit der von ihnen umgangenen Forderung der Erhaltung der lebendigen Kraft verträglich bleiben.

Allgemeiner, weil auch in diesem Fall genügend, sind die bekannten Grundsätze Fresnel's und Neumann's. Mittelst Combination des Princips der Continuität mit dem der Erhaltung der Kraft erhält man bei Anwendung der „reducirten Aethermassen“:

$$20. \qquad \left.\begin{aligned} c_E + c_R &= c_D \\ \mu_E (c_E + c_R) &= \mu_D c_D \\ \mu_E (c_E^2 - c_R^2) &= \mu_D c_D^2 \end{aligned}\right\} x = 0.$$

Selbstverständlich steht die mittlere dieser Gleichungen, wenn ihr auch kein so hoher Grad von Evidenz oder äusserer Opportunität zukommen sollte wie den beiden übrigen, an theoretischer Bedeutung ihnen keineswegs nach.

Sie lassen sich folgendermassen aussprechen:

a) Dem Grundsatz der Continuität zufolge muss die

---

sächliche Ausführbarkeit des hier angedeuteten Verfahrens, auf das ich noch in einer späteren Abhandlung zurückzukommen gedenke, halte ich die Frage nach der Schwingungsebne des polarisirten Lichtes theoretisch für endgültig erledigt.

1) Die bezügliche Entwicklung findet man verallgemeinert in dem Abschnitt über Metallreflexion.

Digitized by Google

algebraische Summe der in der einfallenden und gespiegelten Welle enthaltenen Verschiebungsgeschwindigkeiten der in der durchgehenden gleich sein.

b) Dem Grundsatz der Aequivalenz der Bewegungsmengen zufolge müssen die in der einfallenden und gespiegelten Welle enthaltenen Bewegungsmengen (μc) der in der durchgehenden gleich sein, und betrachten wir das Vorzeichen von c_R als durch a) gegeben.

c) Dem Grundsatz der Erhaltung der lebendigen Kraft zufolge muss die in der einfallenden Welle enthaltene lebendige Kraft sich in der gespiegelten und gebrochenen Welle wiederfinden.

Den vorstehenden Gleichungen stelle ich die folgenden gegenüber, die mittelst bekannter Transformation durch einfache Einführung der „reducirten Elasticität" und „Aethergeschwindigkeit" aus ihnen zu gewinnen sind:

$$\varepsilon_E(\gamma_E + \gamma_R) = \varepsilon_D \gamma_D$$

20b. $$m_E(\gamma_E \mp \gamma_R) = m_D \gamma_D$$

$$m_E \varepsilon_E(\gamma_E^2 - \gamma_R^2) = m_D \varepsilon_D \gamma_D^2.$$

Derjenige freilich, welcher unsere „reducirte" Elasticität als die wirklich in der Natur vorkommende betrachtet, wird sowohl die erste als dritte dieser Uebergangsbedingungen als unmöglich verwerfen müssen.

Die hier aufgestellten Gleichungen gelten indess nicht bloss für $x = 0$, sondern bei continuirlicher Wellenbewegung auch für alle Punkte der beiden combinirten Mittel, für welche $\frac{\delta}{\omega}$ gleich ist einer beliebigen ganzen Zahl z. Es sind dies Punkte gleicher Phase. Für dieselben lässt sich nun auch die variable Oscillationsgeschwindigkeit c durch die zugehörige Amplitude C ersetzen. Wir schreiben daher definitiv:

$$C_E + C_R = C_D$$

21. $$m_E\left(1 + \frac{m'_E C'^2_E}{m_E C_E^2}\right)(C_E - C_R) = m_D\left(1 + \frac{m'_D C_D'^2}{m_D C_D^2}\right) C_D$$

$$m(C_E^2 - C_R^2) + m'(C'^2_E - C'^2_R) = m_D C_D^2 + m'_D C'^2_D.$$

Damit hören die genannten Beziehungen auf, eigentliche Gränzgleichungen zu sein, als welche man sie gewöhnlich ausschliesslich betrachtet. Gibt man noch den

Digitized by Google

beiden ersten derselben mit Rücksicht auf ihre weitere Verwendung die Form:

$$C_E + C_R = C_D$$

$$\frac{\beta_E}{\omega_E}(C_E - C_R) = \frac{\beta_D}{\omega_D} C_D,$$

so entwickelt sich mittelst Elimination von C_D, resp. C_R:

22. $$C_R = -\frac{\omega_E\beta_D - \omega_D\beta_E}{\omega_E\beta_D + \omega_D\beta_E} C_E, \quad C_D = \frac{2\omega_D\beta_E}{\omega_E\beta_D + \omega_D\beta_E} C_E.$$

Für neutrale Mittel insbesondere verhalten sich $\beta_E : \beta_D = \cos\alpha : \cos\alpha_D$, und daher schreibt sich, wenn noch die Schwächungscoefficienten $\frac{C_R}{C_E} = R$, $\frac{C_D}{C_E} = D$ eingeführt und $\alpha = e$, $\alpha_D = r$ gesetzt werden, für diese auch:

23. $$R = -\frac{\sin(e-r)}{\sin(e+r)}, \quad D = \frac{2\cos e \sin r}{\sin(e+r)}.$$

Wäre das erste der beiden an einander stossenden Mittel der Weltäther, folglich $e > r$, so bedeutet bekanntlich das negative Zeichen von R als der Amplitude einer Sinusoide einen plötzlichen Phasenunterschied von π oder einen plötzlich erlangten Gangunterschied von einer halben Welle. Würde dagegen der Weltäther als zweites Mittel genommen, so hätte man in vorstehenden Ausdrücken e und r gegen einander zu vertauschen, um die entsprechenden Coefficienten R_1 und D_1 zu erhalten.

Für beide Combinationen ist folglich:

$$1 + R = D, \quad 1 + R_1 = D_1, \quad R_1 = -R$$

und daher:

24. $$DD_1 = 1 - R^2.$$

II. Sind die Schwingungen des einfallenden Lichtes der Einfallsebne parallel, so ist insbesondere unter der Annahme der Hauptschnitte zweier Krystalle sowohl Spiegelung wie Brechung die extraordinäre.

Die für diesen zweiten Hauptfall von Green und Cauchy aufgestellten, S. 6 angeführten vier Continuitätsbedingungen glaube ich verwerfen zu müssen und zwar aus folgenden besonderen Gründen:

1) Dieselben setzen neben der einfallenden vier Wellen voraus, zwei gespiegelte und zwei gebrochene, während man mit je einer auskommt.

Digitized by Google

2) Während dieselben, wenn das erste der beiden combinirten Mittel isotrop, das zweite anisotrop genommen wird, zu unbestimmten Intensitätsausdrücken führen, welche die richtigen in sich einschliessen, so werden sie (wenigstens bei der Beschränkung auf fünf Strahlen) unmöglich, wenn umgekehrt das erste Mittel anisotrop und das zweite isotrop ist.

3) Um auch in diesem Falle zu richtigen Formeln zu gelangen, sind die vier Continuitätsgleichungen auf ihre ersten beiden zu beschränken, und sind denselben gewisse fremdartige, durch directe Vergleichung mit der Erfahrung zu entnehmende Annahmen hinzuzufügen.

4) Consequenter Weise sind daher auch bei äusserer Reflexion an Krystallen die zwei letzten Continuitätsbedingungen zu verwerfen, da auch hier dieselben Annahmen mit Beihülfe der beiden ersten zum Ziele führen.

Bezüglich der zu machenden Nebenannahmen verweise ich auf die Darstellung am Schlusse dieses Abschnittes sowie auf SS. 235—245 meines Buches.

Was denn andererseits die von Fresnel und Neumann für diesen zweiten Hauptfall aufgestellten Gränzbedingungen betrifft, so lassen sich dieselben zunächst bei Einführung der „reducirten Aethermassen" auf die folgende allgemeinste Form bringen:

$$25.\qquad \begin{gathered} \frac{\mu_E}{m_E} c_E \sin\alpha_E \mp \frac{\mu_R}{m_R} c_R \sin\alpha_R = \frac{\mu_D}{m_D} c_D \sin\alpha_D \\ \mu_E c_E \sin\alpha_E \pm \mu_R c_R \sin\alpha_R = \mu_D c_D \sin\alpha_D \\ \mu_E c_E^2 - \mu_R c_R^2 = \mu_D c_D^2. \end{gathered}$$

Obwohl bei der Beschränkung auf die Vorgänge im Hauptschnitt, unter der wir hier die Aufgabe durchführen, zwei dieser Gleichungen, etwa die beiden letzten, als principiell gegeben genügen, so bedarf man auch der ersten, wenn man, wie Cornu[1]), die Intensität des gespiegelten (und durchgehenden) Lichtes allgemein in ihrer Abhängigkeit von der Orientirung zu den Krystallaxen behandelt.

Man kann die aufgestellten Gleichungen wieder völlig transformiren. So wenig einleuchtend nämlich die Form war, welche die Uebergangsbedingungen des ersten Haupt-

1) Ann. de chim. (4) t. XI, p. 288.

Digitized by Google

falles bei Einführung der „reducirten Elasticität" und „Aethergeschwindigkeit" erhielten, so verhältnissmässig befriedigend erscheint ihre Anwendung hier. Man gewinnt so:

$$\gamma_E \sin\alpha_E \mp \gamma_R \sin\alpha_R = \gamma_D \sin\alpha_D$$

25b. $$m(\gamma_E \sin\alpha_E \pm \gamma_R \sin\alpha_R) = m_D \gamma_D \sin\alpha_D$$

$$m(\gamma_E^2 \sin^2\alpha_E - \gamma_R^2 \sin^2\alpha_R) = m_D \gamma_D^2 \sin^2\alpha_D,$$

sofern allgemein (d. h. auch im Hauptschnitte anisotroper Mittel) die entsprechenden Volumina der einfallenden und gespiegelten Welle einander gleich sind, folglich: $m_E = m_R = m$.

Die erhaltenen sechs Gleichungen lassen sich nun folgendermassen aussprechen:

a) Dem Grundsatz der Aequivalenz der Bewegungsmengen zufolge müssen nicht bloss die Producte aus den in der Richtung des Lothes genommenen Componenten der Verschiebungsgeschwinkeiten c in die beztiglichen Aetherdichten $\frac{\mu}{m}$, sondern auch:

b) die Producte aus den nämlichen Componenten in die reducirten Massen μ zu beiden Seiten der Trennungsfläche gleich sein.

c) Die in der einfallenden Welle enthaltene lebendige Kraft muss sich in der gespiegelten und gebrochenen erhalten.

a) Dem Grundsatz der Continuität zufolge muss die algebraische Summe der in der Richtung des Lothes genommenen reducirten Verschiebungsgeschwindigkeiten (γ) für die einfallende und gespiegelte Welle der Verschiebungsgeschwindigkeit der durchgehenden Welle gleich sein.

b) Dem Grundsatz der Aequivalenz der Bewegungsmengen zufolge müssen die Producte der in der Richtung des Lothes genommenen reducirten Aethergeschwindigkeiten in die Massen m zu beiden Seiten der Trennungsfläche gleich sein.

c) Die nach dem Lothe genommene Componente der (scheinbaren) lebendigen Kraft der einfallenden Welle muss sich in den entsprechenden Componenten der gespiegelten und gebrochenen Welle erhalten.

Digitized by Google

Was übrigens das Vorzeichen der zweiten Glieder in den beiden ersten Gleichungen betrifft, so ist es, sofern ihr Product die dritte erzeugen muss, für beide das entgegengesetzte. Im Uebrigen wird dasselbe, abgesehen davon, dass die mittlere der Gleichungen 25 sich für einen speciellen Fall in eine Continuitätsbedingung umformt, dadurch bestimmt, dass für die normale Incidenz die beiden Hauptfälle in ihren Forderungen und Resultaten zusammenfallen.

Selbstverständlich werden auch hier die genannten Beziehungen bei continuirlicher Wellenbewegung nicht bloss für die Punkte der Gränzschicht, sondern für alle, die um eine ganze Zahl ihrer bezüglichen Wellenlängen von dem Einfallspunkt abstehen, erfüllt sein.

Wenn wir nunmehr die allgemein aufgestellten Principien zunächst auf isotrope Mittel beschränken, so wandeln sich die Gleichungen 25 um in:

$$26. \qquad \begin{aligned} C_E - C_R &= C_D n \\ (C_E + C_R)\cos e &= C_D \cos r \\ (C_E^2 - C_R^2)\cos e &= C_D^2 n \cos r. \end{aligned}$$

Die zweite derselben ist die bekannte Fresnel-Neumann'sche Continuitätsgleichung, in der das vorhin unbestimmt gebliebene Vorzeichen sich nach den eben genannten beiden Rücksichten als das positive ausweist. Demgemäss erhält man für die Schwächungscoefficienten:

$$27. \qquad R = -\frac{\tang(e-r)}{\tang(e+r)}, \quad D = \frac{2\cos e \sin r}{\sin(e+r)\cos(e-r)}.$$

Werden beide Mittel gegen einander vertauscht, so wechseln wieder e und r ihre Rolle.

Bei der extraordinären Spiegelung und Brechung ferner im Hauptschnitt anisotroper Mittel hat man zu beachten, dass die gleichzeitig in Bewegung gesetzten, sogenannten optisch äquivalenten Massen durch die Richtung der Strahlen (anstatt der Wellennormalen) begränzt werden. Ist daher wieder μ gleich dem Producte aus Volumen und Dichtigkeit, also:

$$\mu = m \cdot n^2,$$

so verhalten sich die drei Volumina m, wenn noch die Strahlengeschwindigkeiten mit σ und die Brechungswinkel

Digitized by Google

der Strahlen mit r' bezeichnet werden, an der Gränzfläche offenbar wie:

28. $$m_E : m_R : m_D = \sigma_E \cos r'_E : \sigma_R \cos r'_R : \sigma_D \cos r'_D.$$

Oder auch, wenn Strahl und Wellennormale einen Winkel b einschliessen, so dass:

$$\omega = \sigma \cos b,$$

wie:

$$\omega_E \frac{\cos r'_E}{\cos b_E} : \omega_R \frac{\cos r'_R}{\cos b_R} : \omega_D \frac{\cos r'_D}{\cos b_D}.$$

Und da selbstverständlich diese Volumina sich auch messen durch die Producte der Wellenbreite β in die darauf gezogene Senkrechte ω, so verhalten sich die Wellenbreiten wie:

29. $$\beta_E : \beta_R : \beta_D = \frac{\cos r'_E}{\cos b_E} : \frac{\cos r'_R}{\cos b_R} : \frac{\cos r'_D}{\cos b_D}.$$

Dies vorausgesetzt, erhalten die obigen Gränzgleichungen, wenn zunächst das erste Mittel isotrop, etwa der Weltraum ist, die Form:

$$C_E - C_R = C_D n$$

30. $$(C_E + C_R) \cos e = C_D \frac{\cos r'}{\cos b}$$

$$(C_E^2 - C_R^2) \cos e = C_D^2 n \frac{\cos r'}{\cos b}.$$

Man erhält aus ihnen unter Beachtung, dass:

$$r' = r + b,$$

bezüglich der Schwächungscoefficienten die Werthe:

31. $$R = -\frac{\sin(e-r)\cos(e+r) + \sin^2 r \tang b}{\sin(e+r)\cos(e-r) - \sin^2 r \tang b},$$

$$D = \frac{2 \cos e \sin r}{\sin(e+r)\cos(e-r) - \sin^2 r \tang b}$$

oder auch:

31b. $$R = -\frac{\cot(e+r) + \dfrac{\tang b}{n^2-1}}{\cot(e-r) - \dfrac{\tang b}{n^2-1}},$$

$$D = \frac{1}{n} \frac{\cot(e+r) + \cot(e-r)}{\cot(e-r) - \dfrac{\tang b}{n^2-1}},$$

welche Ausdrücke für $b = o$ in die früheren übergehen. An-

Digitized by Google

dererseits ergibt das Verfahren von Cauchy und Green für R bekanntlich den unbestimmt bleibenden Ausdruck:

$$32. \qquad R = -\frac{\cot(e + r) + \operatorname{tang}(\alpha^1_R + \alpha^1_D)}{\cot(e - r) - \operatorname{tang}(\alpha^1_R + \alpha^1_D)},$$

in dem nämlich α^1_R, α^1_D die gänzlich unbekannten Brechungswinkel der beiden hypothetischen Longitudinalwellen bedeuten[1]).

Bei Einführung ferner von Fortpflanzungsgeschwindigkeit und Wellenbreite unterscheidet sich die dann entstehende Form:

$$33. \qquad R = -\frac{v\beta_E - \omega\beta_D}{v\beta_E + \omega\beta_D}$$

in nichts von der der isotropen Mittel. Und bei Einführung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit $v = 1$ und Strahlengeschwindigkeit σ wird sie zur bekannten Neumann'schen Gleichung:

$$34. \qquad R = -\frac{\cos e - \sigma \cos r'}{\cos e + \sigma \cos r'}\ ^2).$$

Werden endlich beide Mittel als anisotrop vorausgesetzt, so schreiben sich, da:

$$n_E \sin \alpha_E = n_R \sin \alpha_R = n_D \sin \alpha_D,$$

die beiden ersten der Gleichungen 25 auch so:

$$C_E n_E - C_R n_R = C_D n_D$$

$$C_E n_E m_E + C_R n_R m_R = C_D n_D m_D,$$

und damit ihr Product:

$C_E n_E^2 m_E + C_E C_R n_E n_R (m_R - m_E) - C_R^2 n_R^2 m_R = C_D^2 n_D^2 m_D$

mit der dritten (Gl. 14) übereinstimme, muss wieder sein, wie oben:

$$m_E = m_R,$$

d. h.

$$\frac{\omega_E}{\omega_R} = \frac{\beta_R}{\beta_E} = \frac{\cos r'_R \cos b_E}{\cos r'_E \cos b_R}.$$

Von der Richtigkeit dieser Beziehung überzeugt man sich in der That durch die Untersuchung der geometrischen Bedingungen der Construction der gespiegelten Welle [3]).

---

1) Setzt man z. B. $\operatorname{tang}(\alpha^1_R + \alpha^1_D) = \operatorname{tang} r$, so wird: $R = -\frac{\sin(e-r)}{\sin(e+r)}$.

2) Ueber den Einfluss der Krystallflächen bei der Reflexion des Lichtes. Berlin 1837.

3) Astr. Und. S. 240.

Digitized by Google

Schreibt man noch wegen der Proportionalität von nm mit β die zweite dieser Gleichungen so:

$$C_E \beta_E + C_R \beta_R = C_D \beta_D,$$

oder:

$$C_E \frac{\cos r'_E}{\cos b_E} + C_R \frac{\cos r'_R}{\cos b_R} = C_D \frac{\cos r'_D}{\cos b_D},$$

so lässt sich dieselbe folgendermassen aussprechen:

Zerlegt man die einfallende, reflectirte und durchgehende Welle in lauter Elemente und denkt sich für den Moment des Aufstossens auf die Trennungsfläche die in denselben enthaltenen Verschiebungsgeschwindigkeiten des Aethers in ihren respectiven Schwerpunkten concentrirt, dann muss die algebraische Summe der in jedem einfallenden und gespiegelten Wellenelemente enthaltenen Verschiebungsgeschwindigkeiten der in dem gebrochenen gleich sein.

Diese Auffassung, die meines Wissens noch von Niemanden ausgesprochen wurde, ist sonach eine allgemeinere und darum berechtigtere als die nur speciell gültige von Fresnel und Neumann. Mit Rücksicht hierauf lassen sich die allgemeinen Uebergangsbedingungen des zweiten Hauptfalles auch so gruppiren:

$$\beta_E C_E + \beta_R C_R = \beta_D C_D$$

$$35. \quad C_E \sin\alpha_E \left(1 + \frac{m'_E C'^2_E}{m_E C_E^2}\right) - C_R \sin\alpha_R \left(1 + \frac{m'_R C'^2_R}{m_R C_R^2}\right) = C_D \sin\alpha_D \left(1 + \frac{m'_D C'^2_D}{m_D C_D^2}\right)$$

$$(m_E C_E^2 + m'_E C'^2_E) - (m_R C_R^2 + m'_R C'^2_R) = (m_D C_D^2 + m'_D C'^2_D),$$

und in dieser Form sollen sie den für den I. Hauptfall aufgestellten Gleichungen 21 coordinirt werden.

Mittelst der beiden ersten derselben unter der praktisch bequemen Form:

$$C_E + \frac{\omega_E}{\omega_R} C_R = \frac{\beta_D}{\beta_E} C_D$$

$$C_E - \frac{\omega_E}{\omega_R} C_R = \frac{\omega_E}{\omega_D} C_D$$

erhält man schliesslich:

Digitized by Google

36. $$C_R = -\frac{\omega_E \beta_E - \omega_D \beta_D \frac{\omega_R}{\omega_E}}{\omega_E \beta_E + \omega_D \beta_D \frac{\omega_R}{\omega_E}} C_E, \quad C_D = \frac{2\,\omega_D \beta_E}{\omega_E \beta_E + \omega_D \beta_D} C_E$$

oder z. B.

$$C_R = -\frac{\sin\alpha(\cos\alpha - \sin\alpha \operatorname{tang} b_E) - \sin\alpha_D(\cos\alpha_D - \sin\alpha_D \operatorname{tang} b_D)\frac{\sin\alpha_R}{\sin\alpha}}{\sin\alpha(\cos\alpha - \sin\alpha \operatorname{tang} b_E) + \sin\alpha_D(\cos\alpha_D - \sin\alpha_D \operatorname{tang} b_D)\frac{\sin\alpha_R}{\sin\alpha}}$$

als eine Erweiterung der Neumann'schen Formel. Die hier abgeleiteten Beziehungen in Verbindung mit den Ausdrücken 22 sind die allgemeinsten, welche die Reflexionstheorie zwischen ausschliesslich reellen Grössen zu liefern vermag.

Dass dieselben, wenn zunächst das erste Mittel der Weltäther und das zweite ein Krystall ist, die oben gewonnenen Schwächungscoefficienten in sich einschliessen, ergibt die unmittelbare Vergleichung.

Und um die Vorgänge an der Hinterfläche eines Krystalles auf die an der Vorderfläche beziehen zu können, denke man sich denselben als planparallele Platte, so dass die Einfalls- und Brechungswinkel zu correspondirenden werden. Heissen jetzt die bezüglichen Schwächungscoefficienten R_i und D_i, so kommt bei Vertauschung von ω_E, β_E und ω_D, β_D:

$$R_i = \frac{v\beta_E - \omega_D \beta_D \frac{\omega_R}{\omega_D}}{v\beta_E + \omega_D \beta_D \frac{\omega_R}{\omega_D}}, \quad D_i = \frac{2\,v\,\beta_D}{v\beta_E + \omega_D \beta_D},$$

also bei Vergleichung mit Gl. 33:

$$\frac{\omega_D}{\omega_R} R_i = -R.$$

Man zieht daraus mit Hülfe der zweiten der vorstehenden Uebergangsbedingungen:

$$1 - \frac{\omega_D}{\omega_R} R_i = 1 + R = \frac{\omega_D}{v} D_i$$

und deren Combination mit der für die Vorderfläche gültigen:

$$1 - R = \frac{v}{\omega_D} D$$

den Schluss:

$$D\,D_i = 1 - R^2,$$

so dass die Beziehung zwischen dem Schwächungscoefficienten einer nach zweimaliger Brechung aus der Hinterfläche der Platte austretenden Welle und dem Schwächungscoefficienten der an der Vorderfläche reflectirten für anisotrope wie isotrope Mittel und zwar für beide Hauptfälle gleich ist.

Digitized by Google

Es erscheint zweckmässig, gerade an dieser Stelle die aufgestellten Gränzgleichungen 35 in ihrem Verhältniss zu den berühmten Cauchy'schen Continuitätsbedingungen endgültig festzustellen. Zu dem Ende werde zunächst die mittlere derselben, d. h. die erste der Gleichungen 25, durch Benutzung von Relation 15 in eine Continuitätsbedingung zwischen den gemischten Verschiebungsgeschwindigkeiten c und c'_1 umgewandelt. Dieselbe wird (gleich Nr. 1 der Gleichungen 25_b):

$$(c + c'_1)_E \sin \alpha_E - (c + c'_1)_R \sin \alpha_R = (c + c'_1)_D \sin \alpha_D.$$

Oder wenn allgemein:

$$c'_1 \sin \alpha = c^1 \cos \alpha^1$$

gesetzt und fortan der reflectirten Amplitude das negative Zeichen beigelegt wird:

$$37. \quad (c_E \sin \alpha_E + c^1_E \cos \alpha^1_E) + (c_R \sin \alpha_R + c^1_R \cos \alpha^1_R) = (c_D \sin \alpha_D + c^1_D \cos \alpha^1_D)$$

oder kürzer:

$$(\xi_E + \xi^1_E) + (\xi_R + \xi^1_R) = (\xi_D + \xi^1_D).$$

Beachtet man ferner die Bedeutung der Wellenbreite:

$$\beta = \cos \alpha - \sin \alpha \tang \mathfrak{d},$$

so dass:

$$c\beta = c \cos \alpha - c \sin \alpha \tang \mathfrak{d},$$

wofür auch gesetzt werden kann:

$$c\beta = c \cos \alpha - c^1 \sin \alpha^1,$$

so geht die erste der Gleichungen 35 über in:

$$38. \quad (c_E \cos \alpha_E - c^1_E \sin \alpha^1_E) + (c_R \cos \alpha_R - c^1_R \sin \alpha^1_R) = (c_D \cos \alpha_D - c^1_D \sin \alpha^1_D)$$

oder kürzer:

$$(\eta_E + \eta^1_E) + (\eta_R + \eta^1_R) = (\eta_D + \eta^1_D).$$

Es erscheinen so α^1 und c^1 definirt durch die Beziehungen:

$$c^1 \cos \alpha^1 = c \frac{c'_1}{c} \sin \alpha = (n^2 - 1)\, c \sin \alpha$$

$$c^1 \sin \alpha^1 = c \sin \alpha \tang \mathfrak{d},$$

woraus:

$$39. \quad \tang \alpha^1 = \frac{\tang \mathfrak{d}}{n^2 - 1}, \quad c^1 = c \sin \alpha \sqrt{n^2 - 1 + \tang^2 \mathfrak{d}},$$

und die beiden Gleichungen in ξ und η fallen mit denen von Cauchy zusammen, sobald man für das erste Mittel

Digitized by Google

den Weltäther, also wegen $b_E = 0$, $n_E = 1$ sowohl für ξ'_E als η'_E den Werth Null substituirt, nichtsdestoweniger aber die gleichwerthigen ξ'_R und η'_R der unbeschränkten Willkür anheimstellt. — Die beiden weiteren Bedingungen Cauchy's sind nach dieser Einschränkung der ersten entweder überflüssig oder mit letzterer unvereinbar.

Heben wir jetzt zum Schluss die wichtigsten Resultate, welche die Untersuchung der neutralen Mittel ergeben hat, in möglichst bestimmter Weise heraus, so sind es etwa folgende:

Im Innern der neutralen Mittel, d. h. derjenigen, welche beim Uebergang des Lichtes weder die gespiegelte noch die gebrochene Welle in ihrer Phase verändern, ist die augenblickliche objective Intensität in jedem Punkte eine einfach periodische Function von Zeit und Lage. Nämlich:

$$\mu c^2 = \mu C^2 \cos^2 2\pi \left(\frac{t'}{T} + \frac{\delta}{\lambda} \right).$$

Dividirt man ferner den Ueberschuss der totalen subjectiven einfallenden Intensität über die entsprechende reflectirte durch die subjective Intensität des gebrochenen Lichtes, so ist dieses Verhältniss:

$$\frac{C_E^2 - C_R^2}{C_D^2} = \frac{J_E - J_R}{J_D} = \frac{\mu_D}{\mu_E}$$

von der Lage der Schwingungsebne des einfallenden Lichtes unabhängig, also für beide Hauptfälle das gleiche.

B. Das elliptisch polarisirende Mittel.

Aus unserer Formulirung der für den zweiten Hauptfall geltenden Uebergangsbedingungen geht wohl zur Genüge hervor, dass insbesondere die in der Richtung des Lothes erfolgenden Stösse bei der Umwandlung der einfallenden in eine gespiegelte und gebrochene Transversalwelle eine bedeutsame Rolle spielen. Eine Hinzuziehung

Digitized by Google

hypothetischer Longitudinalstrahlen hat daher nur den Zweck, das Problem auf Kosten der sich zuerst und unwillkürlich aufdrängenden mechanischen Auffassung in eine Frage der blossen geometrischen Continuität umzustempeln.

Wenn dann Green von diesem Standpunkte aus (für isotrope Mittel) die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Longitudinalwellen als sehr gross gegen die der Transversalwellen annimmt, so ist dagegen, vorausgesetzt, dass auch die lebendige Kraft der ersteren verschwindend klein ist, nichts einzuwenden als die Unmöglichkeit, sie aufzufinden. Green erhält dadurch für $\text{tang}\,\alpha^l_R$ und $\text{tang}\,\alpha^l_D$ (vergl. Formel 32) imaginäre Werthe, und so lässt sich in derselben setzen:

$$\text{tang}\,(\alpha^l_R + \alpha^l_D) = \varepsilon\sqrt{-1},$$

wo ε eine sich aus den Fortpflanzungsgeschwindigkeiten (ω^l_R, ω^l_D) zusammensetzende, vom Einfallswinkel unabhängige Constante bedeutet.

Cauchy dagegen, welcher den Longitudinalwellen imaginäre Fortpflanzungsgeschwindigkeiten zuweist und sie dadurch seitens des Mittels extingirt werden lässt, ist mit Recht der Vorwurf gemacht, dass man durch eine derartige Annahme jedes gewollte Resultat erzielen könne. Diejenigen daher, die mit uns ein ponderables Mittel als Aggregat von mit einander schwingenden Aether- und Körpertheilchen betrachten, dürfen in diesem Vorgehen Cauchy's ein stilles Zugeständniss erblicken, dass man mit einem völlig elastischen, aus reinem Aether construirten Mittel den Anforderungen der Erfahrung nicht immer genügt. Nach Cauchy's Rechnungen [1]) und zwar kraft der genannten Annahme soll es innerhalb der Schicht, deren Gleichung $x = o$ ist, sowie oberhalb und unterhalb derselben zu elliptischen Schwingungen kommen, die, unabhängig von den Transversalwellen, zu beiden Seiten im geometrischen Verhältniss ihrer Entfernung von der gedachten Ebne abnehmen und so allmälig verschwinden. Auch nach Cauchy werden $\text{tang}\,\alpha^l_R$ und $\text{tang}\,\alpha^l_D$ imaginär, aber es ist nahezu:

$$\text{tang}\,(\alpha^l_R + \alpha^l_D) = \varepsilon \sin e\sqrt{-1},$$

wo wieder ε eine Constante bedeutet. Es ist dieselbe, wel-

1) Vergl. Eisenlohr, Pogg. Ann. Bd. 104, S. 355.

Digitized by Google

cher Jamin den Namen „Ellipticitätscoefficient“ gegeben hat. Die Formeln Green's und Cauchy's lassen sich demnach zusammenfassen in:

$$40. \qquad R^p = -\frac{\cot(e+r) + k\sqrt{-1}}{\cot(e-r) - k\sqrt{-1}}.$$

Die so gewonnene Einführung des Imaginären bewirkt für das im zweiten Hauptfall einfallende Licht eine plötzliche und bleibende Verzögerung, während dagegen das im ersten Hauptfall einfallende nach wie vor mit dem Schwächungscoefficienten:

$$R^s = -\frac{\sin(e-r)}{\sin(e+r)},$$

also ohne Aenderung der Phase, reflectirt würde.

Zwischen dem Elliptitätscoefficienten ε und den Fortpflanzungsgeschwindigkeiten der Transversalstrahlen hat sich bis jetzt noch kein von der Erfahrung bestätigter Zusammenhang auffinden lassen, und an eine etwaige Abhängigkeit von der Dispersion ist wohl kaum gedacht worden. Andererseits hat sich der Cauchy'sche Satz, dass man den relativen Ellipticitätscoefficienten für die Combination zweier Mittel nach Analogie des relativen Brechungscoefficienten aus den beiden absoluten müsse berechnen können, angesichts der Versuche Jamin's und Quincke's nicht bestätigt, und erblickt Ersterer [1]) in diesem Umstande eine eigenthümliche Complication, welche die Theorie Cauchy's nicht hätte voraussehen können.

Nach Quincke lässt sich, physikalisch genommen, das Ergebniss derselben auch dahin aussprechen, dass das der Einfallsebne parallel schwingende Licht in anderer Weise (bei den verwandten Erscheinungen an Metallen entweder mehr oder weniger tief) in das Mittel eindringt als das zur Einfallsebne senkrecht schwingende. Man könnte in der That in dem continuirlichen Uebergang der ponderablen Theilchen von dem Zustand der einseitigen Begränzung und Einwirkung seitens der übrigen zu dem Zustand ihrer allseitig gleichen Gebundenheit im Innern eine specifische Gränzschicht erblicken, in welcher die Oscillationen der Körper- und Aethertheilchen, sei es nach anderen

1) Ann. de chim. (3) t. XXXI, p. 182.

Digitized by Google

Gesetzen erfolgen als in grösserer Tiefe oder zwischen zwei bestimmten Gränzwerthen variiren. Und wäre das Gesetz dieses Uebergangs bekannt, so würde sich nach dieser Anschauung auch wohl der Weg finden, der eine directe Lösung des Problems der Intensitäten und Phasen ermöglichte.

Ohne hier auf die Berechtigung der besprochenen Ansicht schon einzugehen, möchte ich doch hervorheben, dass es wenigstens vorläufig räthlich erscheint, das von Fresnel, Green und Cauchy eingeschlagene Verfahren nicht ohne Weiteres zu verlassen. Man gelangt nämlich auch von unseren Gleichungen aus durch blosses Complexsetzen einer gewissen Grösse zu Ausdrücken, welche der Erfahrung womöglich besser entsprechen als die von Green und Cauchy, und welche auch in theoretischer Hinsicht mindestens die gleiche Zulässigkeit beanspruchen wie jene.

1. Die äussere Spiegelung.

Gehen wir aus von der wohl feststehenden Thatsache, dass die elliptische Reflexion sich nicht bloss an der Oberfläche isotroper, sondern auch anisotroper Mittel vorfindet. Ist dann nach Gl. 31 der Schwächungscoefficient des Lichtes, welches im zweiten Hauptfall an der Oberfläche einer neutralen anisotropen Substanz reflectirt wird:

$$R = -\frac{\cot(e+r) + \frac{\operatorname{tang} b}{n^2-1}}{\cot(e-r) - \frac{\operatorname{tang} b}{n^2-1}},$$

dann lässt sich der für ein elliptisch polarisirendes Mittel thatsächlich eintretende Gangunterschied am einfachsten dadurch hervorrufen, dass man setzt:

$$b = b_0 + \varkappa\sqrt{-1},$$

oder sofern sowohl b_0 als namentlich $\varkappa$ als kleine Grössen betrachtet werden dürfen, deren höhere Potenzen zu vernachlässigen sind:

41. $$\operatorname{tang} b = \operatorname{tang} b_0 + \varkappa\sqrt{-1}.$$

Demgemäss erhält man, wenn noch zur Abkürzung:

42. $$\frac{\varkappa}{n^2-1} = \varepsilon$$

geschrieben wird:

Digitized by Google

$$43. \qquad R = -\frac{\left(\cot(e+r) + \frac{\operatorname{tang} b_0}{n^2-1}\right) + \varepsilon\sqrt{-1}}{\left(\cot(e-r) - \frac{\operatorname{tang} b_0}{n^2-1}\right) - \varepsilon\sqrt{-1}},$$

und ist ε ohne Zweifel eine Function des Orientirungswinkels zu den Axen.

Für isotrope Mittel, für welche $b_0 = 0$ ist, würde ε eine Constante und man erhielte:

$$44. \qquad R = -\frac{\cot(e+r) + \varepsilon\sqrt{-1}}{\cot(e-r) - \varepsilon\sqrt{-1}},$$

welcher Ausdruck mit dem von Green gegebenen übereinstimmt. Dazu erhält man zufolge Gl. 31b:

$$44b. \qquad D = \frac{1}{n}\frac{\cot(e+r) + \cot(e-r)}{\cot(e-r) - \varepsilon\sqrt{-1}}.$$

Um also diejenigen isotropen Mittel, die der im zweiten Hauptfall reflectirten Welle eine Verzögerung ertheilen, unter die neutralen Mittel zu subsumiren, resp. die beiderseitigen Vorgänge durch eine und dieselbe Formel zu umfassen, bedarf es nur der Annahme, dass an der Gränze der ersteren aus irgend welchen Gründen der gebrochene Strahl eine von der Wellennormale verschiedene Richtung einschlage, und dass der Winkel zwischen beiden imaginär werde.

Wenn man nun weiter auf die Uebergangsbedingungen selbst zurückgeht und dieselben (vergl. Gleichungen 30) schreibt:

$$45. \qquad \begin{aligned} (1-R)\, v &= D\,\omega\, n^2 \\ (1+R)\, b &= D\,\beta \\ (1-R^2)\, bv &= D^2\,\beta\,\omega\, n^2, \end{aligned}$$

so nimmt wegen:

$$\beta = \frac{\cos r'}{\cos b} = \cos r - \sin r \operatorname{tang} b = \cos r - \sin r \,.\, x\sqrt{-1}$$

sowohl die Wellenbreite β als auch die reducirte Aethermasse $\mu_D = m_D \,.\, n^2$ die complexe Form an.

Will und muss man diese Verhältnisse auf eine gewisse eigenthümliche Anisotropie, sei es der Gränzschicht oder sei es des Innern zurückführen, so hat man jedoch hier ebenso

Digitized by Google

wenig an doppelte Brechung zu denken, wie etwa bei der Wellenfläche eines bewegten isotropen Mittels, für welches gleichfalls (und zwar in reeller Weise) Strahl und Wellennormale divergiren [1]).

Der erste gethane Schritt nöthigt indess zu einem zweiten. Sollen wirklich die elliptisch polarisirenden isotropen Mittel sich den neutralen zu- und unterordnen, so verlangen die Grundsätze Fresnel's und Neumann's, dass die gewonnene Form der Gleichung der lebendigen Kräfte zugleich den einen wie den anderen Hauptfall umfasse. Wenn daher die Einführung von $m_D = \beta\omega$ in die entsprechend vereinfachten Gleichungen 21 dieselben auf die Form bringt:

$$1 + R = D$$

46.
$$(1 - R)\, b\, v = D\, \beta\, \omega\, n^2$$
$$(1 - R^2)\, b v = D^2\, \beta\, \omega\, n^2,$$

so wird in ihnen der Wellenbreite β der nämliche complexe Werth zuzulegen sein wie in Gl. 45.

Da uns hier das Imaginäre zum ersten Male entgegentritt, so dürfte es vielleicht nicht überflüssig sein, die Bedeutung desselben für die Reflexionstheorie etwas ausführlicher zu begründen.

Berechnet man R und D aus den beiden ersten der Gl. 45 und 46, so werden beide complex, so dass sich schreiben lässt:

$$R = R_1 + R_2\sqrt{-1}$$
$$D = D_1 + D_2\sqrt{-1}$$

Demgemäss erhält man für den I. Hauptfall:

$$1 + R_1 + R_2\sqrt{-1} = D_1 + D_2\sqrt{-1}$$

$$1 - R_1 - R_2\sqrt{-1} = \frac{n\cos r}{\cos e}(1 - x\,\mathrm{tang}\,r\sqrt{-1})(D_1 + D_2\sqrt{-1})$$

$$= \frac{n\cos r}{\cos e}\Big[(D_1 + D_2 x\,\mathrm{tang}\,r) + \sqrt{-1}(D_2 - D_1 x\,\mathrm{tang}\,r)\Big].$$

Diese Gleichungen zerfallen in die folgenden vier:

47.
$$1 + R_1 = D_1 \qquad R_2 = D_2$$
$$1 - R_1 = \frac{n\cos r}{\cos e}(D_1 + D_2 x\,\mathrm{tang}\,r), \quad -R_2 = \frac{n\cos r}{\cos e}(D_2 - D_1 x\,\mathrm{tang}\,r).$$

1) Astr. Und. S. 58.

Digitized by Google

Aus ihnen lassen sich R_1, R_2; D_1, D_2 für sich als Functionen bekannter Grössen berechnen.

Analog hat man für den zweiten Hauptfall:

$$1-R_1-R_2\sqrt{-1}=n(D_1+D_2\sqrt{-1})$$

$$1+R_1+R_2\sqrt{-1}=\frac{\cos r}{\cos e}\left[(D_1+D_2\varkappa\tan gr)+\sqrt{-1}(D_2-D_1\varkappa\tan gr)\right],$$

folglich nach der Trennung des Reellen und Imaginären:

$$1-R_1=nD_1 \qquad -R_2=nD_2$$

48. $$1+R_1=\frac{\cos r}{\cos e}(D_1+D_2\varkappa\tan gr),\quad R_2=\frac{\cos r}{\cos e}(D_2-D_1\varkappa\tan gr).$$

Für $\varkappa=0$ werden auch $R_2=D_2=0$, und die Gränzgleichungen fallen mit den Fresnel'schen zusammen.

Man hat nun zu beachten, dass die R und D niemals isolirte, selbständige Grössen sind, sondern stets als Amplituden von Sinussoiden betrachtet werden müssen. Vergegenwärtigt man sich z. B. die Bedeutung der für den I. Hauptfall aufgestellten Continuitätsbedingung unter der allgemeinen, für jeden Zeitmoment gültigen Form:

$$\cos\frac{2\pi}{T}\left(t'+\frac{\delta_E}{v}\right)+R\cos\frac{2\pi}{T}\left(t'+\frac{\delta_R}{v}\right)=D\cos\frac{2\pi}{T}\left(t'+\frac{\delta_D}{\omega}\right),$$

die für alle Punkte der Ebne $x=0$ erfüllt ist, so schreibt sich dafür jetzt:

$$\cos\frac{2\pi}{T}t'+(R_1+R_2\sqrt{-1})\cos\frac{2\pi}{T}t'=(D_1+D_2\sqrt{-1})\cos\frac{2\pi}{T}t'.$$

Das Zeichen des Imaginären ($\sqrt{-1}$), das seinem Wesen nach die gänzliche Trennung der beiden Systeme der Amplituden erzwingt, kann und muss hier offenbar — im Einklang mit der Erklärung Fresnel's — durch $\tan\frac{2\pi}{T}t'$ ersetzt werden. Man hat so:

$$\cos\frac{2\pi}{T}t'+R_1\cos\frac{2\pi}{T}t'+R_2\sin\frac{2\pi}{T}t'=D_1\cos\frac{2\pi}{T}t'+D_2\sin\frac{2\pi}{T}t'$$

und demgemäss neben der einfallenden Welle:

$$\varrho_E=\cos\frac{2\pi}{T}\left(t'+\frac{\delta_E}{v}\right)$$

die beiden reflectirten:

Digitized by Google

$$\varrho'_R = R_1 \cos \frac{2\pi}{T}\left(t' + \frac{\delta_R}{v}\right), \quad \varrho''_R = R_2 \sin \frac{2\pi}{T}\left(t' + \frac{\delta_R}{v}\right)$$

und die beiden gebrochenen:

$$\varrho'_D = D_1 \cos \frac{2\pi}{T}\left(t' + \frac{\delta_D}{\omega}\right), \quad \varrho''_D = D_2 \sin \frac{2\pi}{T}\left(t' + \frac{\delta_D}{v}\right).$$

In denjenigen Momenten also, in denen der von der einfallenden Welle ausgehende Impuls seinen Maximalwerth erreicht, ist die Bewegung auch in den entsprechenden beiden ersteren Wellen im Maximum, in den beiden letzteren dagegen gleich Null und umgekehrt. Diese letzteren Wellen erscheinen daher als die Folge einer selbständigen Reactionswirkung der Körpertheilchen.

Für die totale subjective Intensität der Superposition der reflectirten Wellen erhält man folgerichtig:

49. $$J_R = R_1^2 + R_2^2 = R_0^2$$

und für den Phasenunterschied der resultirenden Welle gegen die erstgenannte Componente:

49b. $$\operatorname{tang} \chi_R = \frac{R_2}{R_1}.$$

Analog werden die Ausdrücke für das durchgehende Licht, nämlich:

50. $$J_D = D_1^2 + D_2^2 = D_0^2, \quad \operatorname{tang} \chi_D = \frac{D_2}{D_1}.$$

Ersterer bezieht sich natürlich nur auf die Schwingungen der Aether- und nicht auf die der Körpertheilchen.

Die hier vorgetragene Auffassung gewinnt eine weitere Bestätigung, wenn man die beiden Quadratensummen:

$$R_1^2 + R_2^2, \quad D_1^2 + D_2^2$$

wirklich bildet und das zwischen ihnen bestehende Verhältniss untersucht. Man erhält nämlich durch Multiplication der je unter einander stehenden der vier Gleichungen 47 und 48:

$$1 - R_1^2 = \frac{n \cos r}{\cos e}(D_1^2 + D_1 D_2 \varkappa \operatorname{tang} r)$$

$$-R_2^2 = \frac{n \cos r}{\cos e}(D_2^2 - D_1 D_2 \varkappa \operatorname{tang} r),$$

folglich durch Summation:

Digitized by Google

$$1 - R_1^2 - R_2^2 = \frac{n \cos r}{\cos e} (D_1^2 + D_2^2),$$

oder:

$$m (1 - R_1^2 - R_2^2) = m_D n^2 (D_1^2 + D_2^2),$$

wenn nämlich: $m_D = m \frac{\sin r \cos r}{\sin e \cos e}$ gesetzt wird. Da hier die linke Seite die während der Zeit T seitens des Mittels aufgenommene (totale) lebendige Kraft repräsentirt, und da diese letztere sich nach wie vor auf Aether- und Körpertheilchen nach dem Verhältniss:

51. $$n^2 - 1 = \frac{m' D'_0{}^2}{m D_0^2} = \frac{m' (D'_1{}^2 + D'_2{}^2)}{m (D_1^2 + D_2^2)}$$

vertheilt, so nimmt die Gleichung der totalen lebendigen Kräfte für die elliptisch polarisirenden Mittel dieselbe Form an wie für die neutralen, nämlich:

$$m (1 - R_0^2) = m_D D_0^2 + m'_D D'_0{}^2,$$

und diese Beziehung ist den beiden Hauptfällen gemein.

Zu einem näheren Verständniss der Bedeutung des Imaginären gelangt man jedoch erst dann, wenn man von den totalen Intensitäten zu den augenblicklichen zurückgeht.

Setzt man in der That den obigen Entwicklungen entsprechend:

$$R_1 = R_0 \cos \chi_R, \qquad R_2 = R_0 \sin \chi_R,$$
$$D_1 = D_0 \cos \chi_D, \qquad D_2 = D_0 \sin \chi_D,$$

ferner zur Abkürzung:

52. $$\frac{2\pi}{T} t' = \varphi, \quad \operatorname{tang} \eta = \varkappa \operatorname{tang} r,$$

so schreiben sich die vier Gleichungen 47 des I. Hauptfalles auch so:

$$(1 + R_0 \cos \chi_R) \cos \varphi = D_0 \cos \chi_D \cos \varphi$$
$$R_0 \sin \chi_R \sin \varphi = D_0 \sin \chi_D \sin \varphi$$
$$(1 - R_0 \cos \chi_R) \cos \varphi = D_0 \frac{n \cos r}{\cos e \cos \eta} \cos (\chi_D - \eta) \cos \varphi$$
$$- R_0 \sin \chi_R \sin \varphi = D_0 \frac{n \cos r}{\cos e \cos \eta} \sin (\chi_D - \eta) \sin \varphi.$$

Und man gewinnt durch resp. Addition sowie durch Multiplication der entstehenden Gleichungen:

Digitized by Google

$$\cos\varphi + R_0\cos(\varphi-\chi_R) = D_0\cos(\varphi-\chi_D)$$

53. $$\cos\varphi - R_0\cos(\varphi-\chi_R) = D_0\frac{n\cos r}{\cos e\cos\eta}\cos(\varphi-\chi_D+\eta)$$

$$\cos^2\varphi - R_0^2\cos^2(\varphi-\chi_R) = D_0^2\frac{n\cos r}{\cos e\cos\eta}\cos(\varphi-\chi_D)\cos(\varphi-\chi_D+\eta).$$

Wir betrachten diese Beziehungen als die wirklichen, nur reelle Grössen enthaltenden Gränzbedingungen der hier in Rede stehenden Mittel.

Für den II. Hauptfall ergibt sich mittelst Transformation der Gleichungen 48 analog:

$$\cos\varphi - R_0\cos(\varphi-\chi_R) = D_0 n\cos(\varphi-\chi_D)$$

54. $$\cos\varphi + R_0\cos(\varphi-\chi_R) = D_0\frac{\cos r}{\cos e\cos\eta}\cos(\varphi-\chi_D+\eta)$$

$$\cos^2\varphi - R_0^2\cos^2(\varphi-\chi_R) = D_0^2\frac{n\cos r}{\cos e\cos\eta}\cos(\varphi-\chi_D)\cos(\varphi-\chi_D+\eta).$$

Sofern χ_R und χ_D Verzögerungen sind, welche die reflectirte und durchgehende Welle erfahren, so sind $R_0\cos(\varphi-\chi_R)$, resp. $D_0\cos(\varphi-\chi_D)$ die augenblicklichen wirklichen Ausschläge eines Punktes hart an der Trennungsfläche. Mit Rücksicht hierauf würden sich die ersten der Gl. 53 und 54 auch unmittelbar gewinnen lassen. Die beiden andern ergäben sich dann aus der Combination jener mit der Gleichung der lebendigen Kräfte.

Diese letztere, auf welche wir hier das grösste Gewicht legen, und welche den beiden Hauptfällen gemeinsam ist, schreibt sich mit Rücksicht auf die Bedeutung von η auch so:

$$m\left[\cos^2\varphi - R_0^2\cos^2(\varphi-\chi_R)\right] = \left(m_D D_0^2 + m'_D D'^2_0\right)\sqrt{1+\varkappa^2\tan g^2 r}\times$$
$$\cos(\varphi-\chi_D)\cos\left(\varphi-\chi_D+\arctan(\varkappa\tan g\, r)\right)$$

oder bei Auflösung des rechts stehenden Productes:

$$m\left[\cos^2\varphi - R_0^2\cos^2(\varphi-\chi_R)\right]$$

55.
$$= (m_D D_0^2 + m'_D D'^2_0)\left[\cos^2(\varphi-\chi_D) - \frac{1}{2}\tan g\gamma\sin 2(\varphi-\chi_D)\right]$$

Digitized by Google

Es ist also die in jedem Augenblick durch die Gränzfläche in das Innere des Mittels eintretende lebendige Kraft eine doppelt periodische Function der Zeit. Dieselbe setzt sich zusammen aus einem Gliede von der Periode T, demselben, wie es neutralen Mitteln entsprechen würde, und aus einem Gliede von der Periode $\frac{1}{2}$T, welch letzteres die Gesammt-Intensität [1]) bald über die normale Grösse der neutralen Mittel emporhebt, bald unter dieselbe herabdrückt. Wird daher die vorstehende Gleichung über die Gesammtperiode T integrirt, so dass:

$$m\left[\int_0^T \cos^2\frac{2\pi}{T}t'\,dt - R_0^2\int_0^T \cos^2\left(\frac{2\pi}{T}t' - \chi_R\right)dt\right]$$

$$= (m_D D_0^2 + m'_D D'^2_0)\left[\int_0^T \cos^2\left(\frac{2\pi}{T}t' - \chi_D\right)dt\right.$$

$$\left. - \frac{1}{2}\varkappa \operatorname{tang} r\int_0^T \sin\left(\frac{2\pi}{\frac{1}{2}T}t' - 2\chi_D\right)dt\right],$$

so fällt dasselbe heraus, und man erhält (wie auf S. 38):

56. $$m(1 - R_0^2) = m_D D_0^2 + m'_D D'^2_0$$

oder:

$$\frac{1 - J_R}{J_D} = \frac{\mu_D}{\mu}.$$

Die totale, während einer Schwingungsdauer in das Innere eindringende lebendige Kraft steht folglich zu der Stärke des einfallenden und reflectirten Lichtes in dem nämlichen Verhältniss wie bei den neutralen Mitteln.

Man erkennt aus dieser Darlegung, dass der Schwerpunkt der vorgetragenen Theorie eben in der Annahme

---

1) Den zeitlichen Verlauf derselben wolle man sich durch eine entsprechende Curve veranschaulichen.

Digitized by Google

jener doppelt periodischen Bewegung liegt. Ueber das etwa Auffällige der derselben zugesprochenen Schwingungsform will ich vorläufig nur bemerken, dass es die nämliche ist, auf welche die Erscheinungen der Metallreflexion und zwar mit innerer Nothwendigkeit verweisen.

Es drängt sich jetzt die Frage auf, ob die bezeichnete Schwingungsbewegung der Gränzschicht sich ungeändert allen folgenden Schichten mittheilt, oder ob dieselbe nur ihr eigenthümlich und daher bei tieferem Eindringen des Lichtes sich ändert, resp. verschwindet. Im ersteren Fall handelte es sich um eine Oberflächenwirkung, im letztern um eine Folge der ganzen inneren Constitution des Aggregates. Wird demzufolge die augenblickliche, durch ein Volumelement von der Lage δ zur Zeit t hindurchgehende lebendige Kraft mit L bezeichnet, so dass:

$$L = \frac{m_D D_0^2 + m'_D D'^2_0}{\cos \eta} \cos\left[\frac{2\pi}{T}\left(t' + \frac{\delta}{\omega}\right) - \chi_D\right] \times$$
$$\cos\left[\frac{2\pi}{T}\left(t' + \frac{\delta}{\omega}\right) - \chi_D + \eta\right],$$

so bleibt zu entscheiden, ob η, welches für die Gränzschicht den Werth arc tang ($\varkappa$ tang r) hat, diesen Werth unabhängig von δ behält, oder ob η und mit ihm $\varkappa$ eine Function ist von letzterem, beziehentlich von x und y.

Die Beantwortung dieser Frage ist nur möglich, wenn man die in Rede stehenden Vorgänge nicht bloss bei äusserer, sondern auch bei innerer Reflexion oder bei äusserer und innerer Brechung zugleich untersucht.

Bestimmen wir indess zuvor den näheren Zusammenhang zwischen R, D, resp. J, χ, welche Grössen sich direct experimentell ergeben, und dem Einfallswinkel e.

Da die in den complex gewordenen Gränzgleichungen 45 und 46 enthaltenen reellen Beziehungen nunmehr erkannt sind, so lässt sich diese Bestimmung auf folgendem kurzem Wege erzielen.

I. Hauptfall. Man erhält zuvörderst unmittelbar:

$$R = -\frac{v\beta - \omega b}{v\beta + \omega b} = -\frac{\sin e(\cos r - \sin r \varkappa \sqrt{-1}) - \cos e \sin r}{\sin e(\cos r - \sin r \varkappa \sqrt{-1}) + \cos e \sin r}$$

oder:

Digitized by Google

57. $$R = -\frac{\sin(e-r) - \sqrt{-1}\,\varkappa \sin e \sin r}{\sin(e+r) - \sqrt{-1}\,\varkappa \sin e \sin r}$$

und entsprechend:

57b. $$D = \frac{2 \cos e \sin r}{\sin(e+r) - \sqrt{-1}\,\varkappa \sin e \sin r}.$$

Beide Ausdrücke haben die Form:

58. $$\frac{A + B\sqrt{-1}}{C + D\sqrt{-1}},$$

die sich durch Multiplication von Zähler und Nenner mit $(C - D\sqrt{-1})$ umbildet in:

$$\frac{(AC + BD) + \sqrt{-1}\,(BC - AD)}{C^2 + D^2}.$$

Es folgt daraus gemäss den obigen Ausführungen (Gl. 49 und 50) für die Intensität:

59a. $$J = \frac{(AC + BD)^2 + (BC - AD)^2}{(C^2 + D^2)^2} = \frac{A^2 + B^2}{C^2 + D^2}$$

und für den Phasenunterschied:

59b. $$\operatorname{tang} \chi = \frac{BC - AD}{AC + BD}.$$

Diesen Regeln zufolge leitet man ab:

Für das reflectirte Licht:

60. $$J_R = \frac{\sin^2(e-r) + \varkappa^2 \sin^2 e \sin^2 r}{\sin^2(e+r) + \varkappa^2 \sin^2 e \sin^2 r}$$

$$\operatorname{tang} \chi_R = -\frac{\varkappa \sin 2e \sin^2 r}{\sin(e-r)\sin(e+r) + \varkappa^2 \sin^2 e \sin^2 r}.$$

Und für das durchgehende:

61. $$J_D = \frac{4 \cos^2 e \sin^2 r}{\sin^2(e+r) + \varkappa^2 \sin^2 e \sin^2 r}$$

$$\operatorname{tang} \chi_D = \frac{\varkappa \sin e \sin r}{\sin(e+r)}.$$

Oder wenn man statt $\varkappa$ den Ellipticitätscoefficienten ε einführt, indem man setzt:

$$\varkappa = \varepsilon (n^2 - 1),$$

so gewinnt man die zusammengehörigen Formen:

$$R = -\frac{\sin(e-r)}{\sin(e+r)} \frac{1 - \sqrt{-1}\, n \varepsilon \sin(e+r)}{1 - \sqrt{-1}\, n \varepsilon \sin(e-r)}$$

$$D = \frac{2 \cos e \sin r}{\sin(e+r)\,[1 - \sqrt{-1}\, n \varepsilon \sin(e-r)]},$$

folglich:

Digitized by Google

$$J_R = \frac{\sin^2(e-r)}{\sin^2(e+r)} \cdot \frac{1+n^2\varepsilon^2\sin^2(e+r)}{1+n^2\varepsilon^2\sin^2(e-r)}$$

60b.

$$\tang \chi_R = -\frac{\varepsilon \sin 2e}{1+\varepsilon^2(n^2-1)\sin^2 e}$$

und:

$$J_D = \frac{4\cos^2 e \sin^2 r}{\sin^2(e+r)\,[1+n^2\varepsilon^2\sin^2(e-r)]}$$

61b.

$$\tang \chi_D = n\,\varepsilon \sin(e-r).$$

Fasst man noch die wichtigeren Specialfälle in's Auge, so wird:

1) für $e = 0$

$$J_R = \left(\frac{n-1}{n+1}\right)^2, \quad \tang \chi_R = 0,$$

$$J_D = \frac{4}{(n+1)^2}, \quad \tang \chi_D = 0,$$

2) für $e = P$, gleich dem Polarisationswinkel, für welchen $n = \tang P$:

$$J_R = \frac{(n^2-1)^2(1+n^2\varepsilon^2)}{(n^2+1)^2+n^2\varepsilon^2(n^2-1)^2}, \quad \tang \chi_R = -\frac{2n\varepsilon}{(n^2+1)+n^2\varepsilon^2(n^2-1)}$$

$$J_D = \frac{4}{(n^2+1)^2+n^2\varepsilon^2(n^2-1)^2}, \quad \tang \chi_D = n\varepsilon\frac{n^2-1}{n^2+1},$$

3) für $e = 90^0$

$$J_R = 1, \quad \tang \chi_R = 0,$$

$$J_D = 0, \quad \tang \chi_D = \varepsilon\sqrt{n^2-1}.$$

II. Hauptfall. Der obigen allgemeinen Gleichung 36 zufolge hat man:

$$R = -\frac{v\,b - \omega\beta}{v\,b + \omega\beta}, \quad D = \frac{2\omega b}{v\,b + \omega\beta},$$

folglich hier:

$$R = -\frac{\sin e \cos e - \sin r \cos r + \sqrt{-1}\,\varkappa \sin^2 r}{\sin e \cos e + \sin r \cos r - \sqrt{-1}\,\varkappa \sin^2 r}$$

62.

$$D = \frac{2\cos r \sin e}{\sin e \cos e + \sin r \cos r - \sqrt{-1}\,\varkappa \sin^2 r}.$$

Man erhält daher:

$$J_R = \frac{\sin^2(e-r)\cos^2(e+r) + \varkappa^2 \sin^4 r}{\sin^2(e+r)\cos^2(e-r) + \varkappa^2 \sin^4 r}$$

63.

$$\tang \chi_R = \frac{\varkappa \sin 2e \sin^2 r}{\sin(e-r)\sin(e+r)\cos(e-r)\cos(e+r) - \varkappa^2 \sin^4 r};$$

Digitized by Google

64.
$$J_D = \frac{4\cos^2 e \sin^2 r}{\sin^2(e+r)\cos^2(e-r) + \varkappa^2 \sin^4 r}$$
$$\operatorname{tang} \chi_D = \frac{\varkappa \sin^2 r}{\sin(e+r)\cos(e-r)}.$$

Oder bei Einführung von ε:

$$R = -\frac{\cot(e+r) + \sqrt{-1}\,\varepsilon}{\cot(e-r) - \sqrt{-1}\,\varepsilon}$$
$$D = \frac{1}{n}\frac{\cot(e+r) + \cot(e-r)}{\cot(e-r) - \sqrt{-1}\,\varepsilon}.$$

Folglich:

$$J_R = \frac{\operatorname{tang}^2(e-r)}{\operatorname{tang}^2(e+r)}\frac{1+\varepsilon^2\operatorname{tang}^2(e+r)}{1+\varepsilon^2\operatorname{tang}^2(e-r)}$$

63b.
$$\operatorname{tang} \chi_R = \frac{\varepsilon\left(\operatorname{tang}(e-r) + \operatorname{tang}(e+r)\right)}{1-\varepsilon^2\operatorname{tang}(e-r)\operatorname{tang}(e+r)}$$
$$= \frac{\varepsilon \sin 2e}{\cos(e-r)\cos(e+r) - \varepsilon^2(n^2-1)\sin^2 r};$$

64b.
$$J_D = \frac{4\cos^2 e \sin^2 r}{\sin^2(e+r)\cos^2(e-r)}\,\frac{1}{1+\varepsilon^2\operatorname{tang}^2(e-r)}$$
$$\operatorname{tang} \chi_D = \varepsilon \operatorname{tang}(e-r).$$

Die sämmtlichen Ausdrücke sind die nämlichen wie bei Cauchy.

Für die oben genannten Incidenzen insbesondere hat man:

1) für $e = o$ dieselben Ausdrücke wie unter I;

2) für diejenige Incidenz $e = P$, bei welcher die Intensität des reflectirten Lichtes zu einem Minimum herabsinkt, und zwar als Bedingungsgleichung dafür:

$$e + r = 90^0, \quad n = \operatorname{tang} P$$

und in Folge dessen:

$$J_R = \frac{\varkappa^2}{4n^2 + \varkappa^2}, \quad \operatorname{tang} \chi_R = -\frac{2n}{\varkappa}$$

oder auch:

$$J_R = \cos^2 \chi_R.$$

Ferner:

Digitized by Google

$$J_D = \frac{4}{4n^2 + \varkappa^2}, \quad \operatorname{tang} \chi_D = \frac{\varkappa}{2n}$$

oder:

$$J_D = \frac{1}{n^2} \cos^2 \chi_D = \frac{1}{n^2} \sin^2 \chi_R.$$

Es ergibt sich nämlich:

$$\operatorname{tang} \chi_R \operatorname{tang} \chi_D = -1,$$

d. h.

$$\chi_D = 90^0 + \chi_R,$$

so dass die Differenz der beiden Phasenunterschiede des gebrochenen und reflectirten Lichtes 90^0 beträgt;

3) für $e = 90^0$ dieselben Ausdrücke wie unter I. Auf die Bedeutung dieser Uebereinstimmung werde ich späterhin zurückkommen.

Dies vorausgesetzt, lasse man auf die in Rede stehende Platte unter dem Azimuth von 45^0 linear polarisirtes Licht fallen. Es werden dann die Componenten desselben senkrecht und parallel zur Einfallsebne, die im einfallenden Lichte gleich sind, im gespiegelten und gebrochenen ungleich geschwächt und ungleich verzögert. Die betreffenden Wellen sind daher im allgemeinen elliptisch polarisirt, und dadurch charakterisiren sich die Mittel mit complexer Wellenbreite vor den früher betrachteten neutralen, die eben niemals geradlinige Schwingungen in elliptische umwandeln.

Die Ellipticität einer Welle bestimmt sich erstens durch den Phasenunterschied $\chi^p - \chi^s$, den die beiden sie componirenden Wellen gegen einander gewonnen, und zweitens durch das Verhältniss der Amplituden dieser letzteren $\frac{R_0^p}{R_0^s}$, $\frac{D_0^p}{D_0^s} \left(= \sqrt{\frac{J^p}{J^s}} \right)$, welches Verhältniss bei den Messungen als trigonometrische Tangente eines gewissen Drehungswinkels des Ocularnicols auftritt.

Für den Phasenunterschied hat man:

$$\operatorname{tang} (\chi^p - \chi^s) = \frac{\operatorname{tang} \chi^p - \operatorname{tang} \chi^s}{1 + \operatorname{tang} \chi^p \operatorname{tang} \chi^s},$$

und in diesen Ausdruck sind die vorhin gefundenen Werthe einzusetzen.

Digitized by Google

Fasst man zunächst das reflectirte Licht in's Auge, so wird derselbe, sofern nicht etwa die höheren Potenzen von ε vernachlässigt werden dürfen, im allgemeinen complicirt. Es rührt das daher, weil die verglichenen beiden Hauptfälle I und II für mittlere Incidenzen einen ganz heterogenen Verlauf nehmen.

Man hat insbesondere diejenige Incidenz, für welche der Phasenunterschied $\chi^p - \chi^s = 90°$, für welche also der Gangunterschied $= \frac{\lambda}{4}$ ist und die elliptische Polarisation in die circulare übergeht, den Haupteinfallswinkel und die zugehörige Stellung des auf Dunkelheit gebrachten Nicols das Hauptazimuth genannt. Die Bedingungsgleichung für den Haupteinfallswinkel wäre sonach:

$$1 + \operatorname{tang} \chi^p \operatorname{tang} \chi^s = 0,$$

d. h.

$$\left[\cos(e-r)\cos(e+r) - \varepsilon^2(n^2-1)\sin^2 r\right]\left[1+\varepsilon^2(n^2-1)\sin^2 e\right] - \varepsilon^2 \sin^2 2e = 0.$$

Da der Erfahrung zufolge der Unterschied zwischen den neutralen und den elliptisch polarisirenden durchsichtigen Mitteln meistens nur schwach, folglich ε eine sehr kleine Grösse ist, so mag es vorab gestattet sein, die vierten Potenzen derselben zu vernachlässigen. Die vorstehende Gleichung schreibt sich dann auch so:

$$\cos(e-r)\cos(e+r) = \varepsilon^2\left[\sin^2 2e + (n^2-1)\sin^2 r\right]$$

oder:

$$1 - \operatorname{tang}^2 e \operatorname{tang}^2 r = \varepsilon^2\left(4\frac{\sin^2 e}{\cos^2 r} + (n^2-1)\frac{\operatorname{tang}^2 r}{\cos^2 e}\right).$$

Wäre $\varepsilon = 0$, so entspräche dieselbe dem Brewsterschen Gesetze:

65. $$1 - \operatorname{tang} e_P \operatorname{tang} r_P = 0,$$

unter e_P und r_P die einander entsprechenden Polarisationswinkel verstanden. Werden nun die Hauptwinkel fortan analog durch e_H, r_H bezeichnet, und begnügt man sich bei der Vergleichung derselben mit ersteren mit der oben bezeichneten Genauigkeitsgränze, so darf man in vorstehender Gleichung im Innern der rechts stehenden Klammer

Digitized by Google

unter e und r die Polarisationswinkel verstehen, also setzen:

$$\text{tang } e_P = \cot r_P = n, \quad \sin^2 e_P = \cos^2 r_P = \frac{n^2}{n^2+1},$$

$$\cos^2 e_P = \sin^2 r_P = \frac{1}{n^2+1}.$$

Man erhält dann:

$$1 - \text{tang}^2 e_H \text{tang}^2 r_H = \varepsilon^2 \frac{n^4+4n^2-1}{n^2}.$$

Andererseits lässt sich setzen:

$$\begin{aligned}\text{tang } e_H \text{tang } r_H &= \text{tang}(e_P + \delta e)\,\text{tang}(r_P + \delta r)\\ &= \left(\text{tang } e_P + \frac{\delta e}{\cos^2 e}\right)\left(\text{tang } r_P + \frac{\delta r}{\cos^2 r}\right)\\ &= \text{tang } e_P \text{tang } r_P + \delta e \frac{\text{tang } r}{\cos^2 e} + \delta r \frac{\text{tang } e}{\cos^2 r}.\end{aligned}$$

Und wegen:

$$\sin e = n \sin r, \quad \cos e \,.\, \delta e = n \cos r \,.\, \delta r$$

kann man dafür schreiben:

$$\begin{aligned}\text{tang } e_H \text{tang } r_H &= \text{tang } e_P \text{tang } r_P + \delta e \left(\frac{1}{\cos^2 e} + \frac{1}{\cos^2 r}\right)\text{tang } r\\ &= 1 + \frac{\delta e}{n^3}(n^2+1)^2.\end{aligned}$$

Man erhält so bei Vernachlässigung von $(\delta e)^2$:

$$-2\frac{\delta e}{n^3}(n^2+1)^2 = \varepsilon^2 \frac{n^4+4n^2-1}{n^2},$$

und wenn definitiv $e_P = P$, $e_H = A$ geschrieben wird:

66. $$P = A + \frac{1}{2} n \varepsilon^2 \frac{n^4+4n^2-1}{(n^2+1)^3}.$$

Mag also der Ellipticitätscoefficient positiv oder negativ sein, der Polarisationswinkel ist stets grösser als der Hauptcinfallswinkel.

Für die experimentelle Untersuchung wird es indess in Anbetracht der Kleinheit von ε meistens genügen, schon die dritten Potenzen desselben ausser Acht zu lassen. Man hat dann:

$$\text{tang } \chi_R{}^s = -\varepsilon \sin 2e, \quad \text{tang } \chi_R{}^p = +\frac{\varepsilon \sin 2e}{\cos(e-r)\cos(e+r)},$$

folglich:

Digitized by Google

$$\text{tang}\,(\chi_R{}^p - \chi_R{}^s) = \varepsilon \sin 2e \frac{1 + \cos(e-r)\cos(e+r)}{\cos(e-r)\cos(e+r)}$$

oder auch, wenn zugleich $\chi^p - \chi^s = d$ gesetzt wird:

67. $$\text{tang}\, d_R = \varepsilon \frac{\sin 2e\,(\cos^2 e + \cos^2 r)}{\cos(e-r)\cos(e+r)}.$$

Man ersieht daraus, dass der Phasenunterschied d_R bei senkrechter Incidenz $= 0$ ist, dass er mit wachsendem e zunimmt, für die Incidenz des Polarisationswinkels, der unter der zugelassenen Vernachlässigung mit dem Haupteinfallswinkel zusammenfällt, den Werth $\frac{\pi}{2}$ erreicht und schliesslich bei streifendem Einfall bis zu π ansteigt.

Vergleicht man die hier gegebene Formel mit den Ausdrücken Green's und Cauchy's, die Beide $\chi^s = 0$ nehmen, so ist zufolge Gl. 40:

$$\text{tang}\, d_R = \text{tang}\, \chi_R{}^p = k\Big(\text{tang}\,(e-r) + \text{tang}\,(e+r)\Big)$$
$$= \frac{k \sin 2e}{\cos(e-r)\cos(e+r)}.$$

Während nun Quincke[1]), welcher der Annahme Cauchy's ($k = \varepsilon \sin e$) folgt, es noch in Anbetracht der Schwierigkeit der Messungen für zulässig hält, $\text{tang}\,(e-r)$ gegen $\text{tang}\,(e+r)$ zu vernachlässigen, macht namentlich[2]) Kurz darauf aufmerksam, dass die Formel Green's ($k = \varepsilon$) der Erfahrung besser entspreche als die Cauchy's. Diese Verbesserung ist freilich nur eine geringfügige, aber sie deutet darauf hin, dass eine weitere und kräftigere Verlangsamung von k (als selbst etwa durch die Annahme $k = \varepsilon \cos e$ zu erzielen wäre) die Uebereinstimmung von Beobachtung und Rechnung herbeiführen werde. Mit Rücksicht hierauf dürfte die von uns gestellte Forderung $\Big(k = \varepsilon\,(\cos^2 e + \cos^2 r)\Big)$ der Erfahrung am treuesten entsprechen.

Was ferner das Verhältniss $\frac{R_0{}^p}{R_0{}^s}$ der wirklichen

---

1) Pogg. Ann. Bd. 128, S. 365.
2) Ebend. Bd. 108, S. 588.

Digitized by Google

Amplituden der parallel und senkrecht zur Einfallsebne schwingenden Antheile der resultirenden Schwingungsbewegung betrifft, so hat man zufolge Gl. 60b und 63b für das Quadrat desselben:

$$68. \quad \frac{J_R^p}{J_R^s} = \frac{\cos^2(e+r)}{\cos^2(e-r)} \frac{1+\varepsilon^2\tan g^2(e+r)}{1+\varepsilon^2\tan g^2(e-r)} \frac{1+n^2\varepsilon^2\sin^2(e-r)}{1+n^2\varepsilon^2\sin^2(e+r)}$$

$$= \frac{\cos^2(e+r)}{\cos^2(e-r)} + \frac{\varepsilon^2 \sin 2e \sin 2r}{\cos^4(e+r)} \Big(1 - n^2\cos^2(e-r)\cos^2(e+r)\Big),$$

sofern wieder die vierten Potenzen von ε vernachlässigt werden. Dieser Ausdruck reducirt sich für senkrechte und streifende Incidenz auf die Fresnel'sche Form:

$$\frac{\cos^2(e+r)}{\cos^2(e-r)}$$

und vereinfacht sich für den Polarisationswinkel (e=P) auf:

$$\frac{J_R^p}{J_R^s} = \varepsilon^2 \frac{(n^2+1)^2}{4n^2} = \frac{1}{4}\varkappa^2\left(\frac{n^2+1}{n^2-1}\right)^2.$$

Nach Green und Cauchy dagegen, welche:

$$R_0^s = -\frac{\sin(e-r)}{\sin(e+r)}$$

setzen, wird dieses Intensitätsverhältniss:

$$\frac{J_R^p}{J_R^s} = \frac{\cos^2(e+r) + k^2\sin^2(e+r)}{\cos^2(e-r) + k^2\sin^2(e-r)}$$

$$= \frac{\cos^2(e+r)}{\cos^2(e-r)} + \frac{k^2 \sin 2e \sin 2r}{\cos^4(e-r)}.$$

Es gibt dasselbe ($k = \varepsilon$ genommen) zwar für $e = 0$, $e = P$, $e = 90°$ dieselben Werthe, wie Gleichung 68, aber innerhalb der Intervalle von 0 bis P und von P bis 90° nehmen beide einen etwas verschiedenen Verlauf. So z. B. erhält das Green'sche Zusatzglied zur Fresnel'schen Formel durch unsern Factor:

$$1 - n^2\cos^2(e-r)\cos^2(e+r)$$

innerhalb des ersteren Intervalles das negative und innerhalb des zweiten das positive Zeichen. Leider liegen hinlänglich scharfe Messungen, welche diese Unterschiede an der Erfahrung zu vergleichen gestatten, zur Zeit nicht vor.

Wenden wir uns jetzt vom reflectirten Lichte zum gebrochenen, so gestalten sich hier die Verhältnisse einfacher.

Der Phasenunterschied $\chi_D^p - \chi_D^s = d_D$ der beiden Schwingungsantheile wird zufolge Gl. 61b und 64b:

Digitized by Google

69.
$$\text{tang } d_D = \varepsilon \text{ tang } (e-r)\Big(1 - n \cos (e-r)\Big)$$
$$= -n\varepsilon \sin(e-r) \text{tang } (e-r) \cot e.$$

Derselbe steigt von der senkrechten Incidenz, für welche er $=0$ ist, allmälig an und sinkt dann für streifenden Einfall wiederum auf Null zurück.

Das zugehörige Intensitätsverhältniss wird:

70.
$$\frac{J_D{}^p}{J_D{}^s} = \frac{1}{\cos^2(e-r)} \frac{1+n^2\varepsilon^2 \sin^2(e-r)}{1+\varepsilon^2 \text{tang}^2 (e-r)}$$
$$= \frac{1}{\cos^2(e-r)}\Big[1-\varepsilon^2 \text{tang}^2(e-r)\Big(1-n^2\cos^2(e-r)\Big)\Big];$$

es reducirt sich sowohl für $e=0$ als $e=90^0$ auf den ersten (Fresnel'schen) Factor.

Vergleichen wir auch diese Formeln mit den analogen von Green und Cauchy, so sind diese letzteren:

$$\text{tang } d_D = \text{tang } \chi_D{}^p = k \text{ tang } (e-r)$$
$$\frac{J_D{}^p}{J_D{}^s} = \frac{1}{\cos^2(e-r)+k^2\sin^2(e-r)} = \frac{1}{\cos^2(e-r)}\Big(1-k^2\text{tang}^2(e-r)\Big)$$

Um die hier hervortretende Divergenz recht scharf zu markiren, constatire ich zunächst, dass übereinstimmend nach unseren beiderseitigen Theorien die in Rede stehenden elliptisch polarisirenden durchsichtigen Mittel (und ich füge hinzu: auch die Metalle) sich bei streifender Incidenz der reflectirten Welle gegenüber ganz als neutrale Mittel verhalten, sofern wie bei diesen: $J_R{}^p = J_R{}^s = 1$ und $\chi_R{}^p = \chi_R{}^s = 0$ ist. Während nun zwar für $e=90^0$ für die gebrochene Welle, für welche nach obigen Forderungen in jedem der beiden Hauptfälle eine Modification der Amplitüde sowie eine Phasenverschiebung bestehen bleibt, eine solche Identität nicht vorliegt, werden doch für dieselbe das Amplitüdenverhältniss $\Big(J_D{}^s : J_D{}^p = \cos^2(e-r)\Big)$ und der Phasenunterschied $(\chi_D{}^p - \chi_D{}^s = 0)$ beider Hauptfälle denen der neutralen Mittel gleich. Nach Cauchy dagen würden beide sich in dem Masse, als die Incidenz zunimmt, von dieser Uebereinstimmung mit den neutralen Mitteln entfernen.

Die Formeln Cauchy's für das durchgehende Licht

Digitized by Google

sind von Quincke[1]) geprüft worden. Derselbe fasst die Resultate seiner Versuche dahin zusammen, dass die beobachteten Werthe von d_D ausserordentlich klein seien und der Mangel an Uebereinstimmung mit den berechneten Werthen in Beobachtungsfehlern seinen Grund haben könne. Jedoch bleibe es sehr auffallend, dass die beobachteten Werthe von d_D sowohl bei Substanzen mit positiver wie mit negativer Reflexion im dünneren Medium alle positiv seien. Letzteres erklärt sich wohl daraus, dass man, wenn wirklich bei streifender Incidenz $d_D = 0$ ist, leicht Gefahr läuft, eine Spur Doppelbrechung durch Ungleichartigkeit der benutzten Gläser mit d_D zu verwechseln.

2. Die innere Spiegelung.

Behandeln wir jetzt die Vorgänge an der Hinterfläche einer als planparallel gedachten Platte, so treten an die Stelle der Gränzbedingungen 45 und 46 die folgenden:

I.
$$1 + R_1 = D_1$$
$$(1 - R_1)\,\beta\,\omega\,n^2 = D_1\,b\,v$$

und:

II.
$$(1 - R_1)\,\omega n^2 = D_1\,v$$
$$(1 + R_1)\;\beta\;\; = D_1\,b$$

Die Wellenbreite β hat den Werth:

$$\beta = \cos r - \sin r\,\varkappa'\sqrt{-1},$$

sofern wir vorläufig $\varkappa'$ von dem der Vorderfläche entsprechenden $\varkappa$ unterscheiden.

Beachtet man nun noch, dass sich die zweite dieser Gleichungen (und analog die vierte) auch so schreibt:

$$1 - R = D\,\frac{\cos e}{n \cos r}\,\frac{1}{1 - \varkappa' \tan g\, r\sqrt{-1}}$$

71a.
$$= D\,\frac{\cos e}{n \cos r\,(1 + \varkappa'^2 \tan g^2 r)}\left(1 + \varkappa' \tan g\, r\sqrt{-1}\right)$$
$$= D\,\frac{\cos e \cos^2 \eta'}{n \cos r}\left(1 + \varkappa' \tan g\, r\sqrt{-1}\right),$$

so bringt man obige Gränzbedingungen für den I. Hauptfall ohne Mühe auf die Form:

---

1) Pogg. Ann. Bd. 128, S. 392.

Digitized by Google

$$\cos\varphi + R_0\cos(\varphi-\chi_R) = D_0\cos(\varphi-\chi_D)$$

71. $$\cos\varphi - R_0\cos(\varphi-\chi_R) = D_0\frac{\cos e\cos\eta'}{n\cos r}\cos(\varphi-\chi_D-\eta')$$

und analog für den II. Hauptfall. Die beiden gemeinschaftliche Gleichung der augenblicklichen lebendigen Kräfte ist folglich:

$$\cos^2\varphi - R_0^2\cos^2(\varphi-\chi_R) = D_0^2\frac{\cos e\cos\eta'}{n\cos r}\cos(\varphi-\chi_D)\cos(\varphi-\chi_D-\eta'),$$ [1])

oder wenn die Oscillationsamplitüde der Körpertheilchen auf der einfallenden Welle durch E_0' bezeichnet und $D_0\cos\eta' = D_0$ gesetzt wird:

72. $$(m_E + m'_E E'^2_0)\cos^2\varphi - (m_R R_0^2 + m'_R R'^2_0)\cos^2(\varphi-\chi_R) = \frac{m_D}{\cos\eta'} D_0^2\cos(\varphi-\chi_D)\cos(\varphi-\chi_D-\eta').$$

Und wenn man über die Zeit einer Schwingungsdauer integrirt, so kommt für die totalen lebendigen Kräfte:

74. $$1 - R_0^2 = \frac{\cos e}{n\cos r} D_0^2, \quad = \frac{\cos e\cos^2\eta'}{n\cos r} D_0^2,$$

welche Beziehung sich von der für die Vorderfläche geltenden durch den Factor $\cos^2\eta' = \frac{1}{1+\varkappa'^2\tan g^2 r}$ unterscheidet.

Fragen wir nun zunächst, wie sich die experimentellen Ergebnisse zu diesen Forderungen verhalten. Damit dieselben überhaupt mit der Erfahrung übereinstimmen, dazu ist nöthig, dass:

74. $$\varkappa' = -\varkappa, \quad \eta' = -\eta$$

genommen werde. Denn dann erhält man für das reflectirte Licht:

---

1) Wollte man der zweiten der Gränzgleichungen vor ihrer Multiplication mit der ersten die Gestalt geben:

$$\cos(\varphi+\eta^1) - R_0\cos(\varphi-\chi_R+\eta^1) = D_0\frac{\cos e\cos\eta'}{n\cos r}\cos(\varphi-\chi_D),$$

so erhielte man die unsymmetrische Beziehung:

$$\cos\varphi\cos(\varphi+\eta^1) - R_0^2\cos(\varphi-\chi_D)\cos(\varphi-\chi_D+\eta') - R_0\sin\chi_R\sin\eta = D_0^2\frac{\cos e\cos\eta'}{n\cos r}\cos^2(\varphi-\chi_D).$$

Digitized by Google

$$75. \quad R_1^s = \frac{\sin(e-r) + \sqrt{-1} \varkappa \sin e \sin r}{\sin(e+r) + \sqrt{-1} \varkappa \sin e \sin r},$$

$$R_1^p = \frac{\sin e \cos e - \sin r \cos r - \sqrt{-1} \varkappa \sin^2 r}{\sin e \cos e + \sin r \cos r + \sqrt{-1} \varkappa \sin^2 r},$$

folglich für die Intensitäten und das Intensitätsverhältniss die gleichen und für die Verzögerungen und den Phasenunterschied die entgegengesetzten Werthe wie bei den Vorgängen an der Vorderfläche. Nach Quincke, dessen Versuche diesen Satz bestätigen, kehrt sich in der That für eine sogenannte positive Substanz die elliptische Polarisation des gespiegelten Lichtes aus der positiven in die negative um, wenn die Reflexion erst an der äussern, dann an der inneren Fläche Statt hat. Ebenso umgekehrt für sogenannte negative Substanzen, und ist daher überhaupt bei dieser von Jamin gegebenen Eintheilung stets äussere Reflexion vorauszusetzen.

Was ferner das gebrochene Licht betrifft, so erhält man die Beziehungen:

$$76. \quad D_1^s = 2 \frac{\sin e \cos r + \sqrt{-1} \varkappa \sin e \sin r}{\sin(e+r) + \sqrt{-1} \varkappa \sin e \sin r},$$

$$D_1^p = 2n \frac{\sin r \cos r + \sqrt{-1} \varkappa \sin^2 r}{\sin e \cos e + \sin r \cos r + \sqrt{-1} \varkappa \sin^2 r}$$

und daraus:

$$77. \quad (J_D^s) = \frac{4 \cos^2 r \sin^2 e (1 + \varkappa^2 \tang^2 r)}{\sin^2(e+r) + \varkappa^2 \sin^2 e \sin^2 r},$$

$$(J_D^p) = \frac{4 \cos^2 r \sin^2 e (1 + \varkappa^2 \tang^2 r)}{\sin^2(e+r) \cos^2(e-r) + \varkappa^2 \sin^4 r}.$$

Das Verhältniss derselben ist das gleiche wie für die Brechung an der Vorderfläche und daher mit Gleichung 70 identisch.

Für die Verzögerungen findet man:

$$77b. \quad \tang \chi_D^s = \frac{\varkappa \cos e \sin^2 r}{\cos r \sin(e+r)} = \varepsilon \sin(e-r) \frac{\cos e}{\cos r}$$

$$\tang \chi_D^p = \frac{n \varkappa \cos e \sin^2 r}{\cos r \sin(e+r) \cos(e-r)} = n \varepsilon \tang(e-r) \frac{\cos e}{\cos r}.$$

Folglich für den Phasenunterschied:

Digitized by Google

78. $$\operatorname{tang} d_D = \varepsilon \operatorname{tang}(e-r)\left(n - \cos(e-r)\right)\frac{\cos e}{\cos r}.$$
$$= + n\varepsilon \sin(e-r)\operatorname{tang}(e-r)\cot e.$$

Er hat den gleichen, aber entgegengesetzten Werth wie für die Brechung an der Vorderfläche.

Berechnet man noch die Summe von Verzögerungen, die ein nach zweimaliger Brechung aus einer planparallelen Platte austretender Strahl in Folge dieses Durchgangs erfährt, so findet man:

79. $\chi^a{}_s + \chi^i{}_s = \chi^a{}_p + \chi^i{}_p = \varepsilon(n^2-1)\operatorname{tang} r = \varkappa \operatorname{tang} r = \operatorname{tang}\eta$,

und ist diese Verzögerung für beide Hauptfälle gleich. Lässt man daher auf die Vorderfläche unter beliebiger Incidenz und beliebigem Azimuth Licht auffallen, so wird die durchgehende Welle immer geradlinig polarisirt austreten, gerade so als wenn sie ein neutrales Mittel durchsetzt hätte.

Auch dieser Satz wird von der Erfahrung bestätigt. Es ist nämlich Quincke[1]) „trotz der grössten Sorgfalt" niemals gelungen, bei sehr vollkommenen planparallelen Platten elliptische Polarisation der durchgegangenen Strahlen aufzufinden. Nach Cauchy dagegen, für welchen die Formel 64b, nämlich:

$$\operatorname{tang} d_D = k \operatorname{tang}(e-r)$$

auch für die Hinterfläche ihre Gültigkeit behält, wenn k gegen $-k$ vertauscht und unter e nach wie vor der Einfallswinkel verstanden wird, müsste d_D für den Uebergang aus Glas in Luft ($e<r$) denselben Werth haben wie für den Uebergang aus Luft in Glas ($e>r$).

Wenn wir uns hiernach zur oben angeregten Frage, ob nämlich die Umwandlung geradliniger Schwingungen in elliptische eine Wirkung der Oberfläche oder des inneren Gefüges ist, zurückwenden, so erscheint es zweckentsprechend, die behandelten Vorgänge kurz zu recapituliren.

Eine auf die Vorderfläche (d. h. auf die Fläche $x=0$) fallende, einfach periodische Schwingungsbewegung zerfällt

1) l. c. S. 393.

Digitized by Google

an derselben in eine verzögerte, gleichfalls einfach periodische Bewegung, die sich in der gespiegelten Welle constant erhält, und in eine doppelt periodische Schwingungsbewegung, die als gebrochene Welle in das Innere eintritt. Dieselbe hat die Form:

$$80. \quad L = \frac{m_D D_0^2 + m'_D D'^2_0}{\cos \eta} \cos\left[\frac{2\pi}{T}\left(t' + \frac{\delta}{\omega}\right) - \chi_D\right] \times \cos\left[\frac{2\pi}{T}\left(t' + \frac{\delta}{\omega}\right) - \chi_D + \eta\right].$$

Sie erscheint dann an der Hinterfläche (d. h., da wir uns durch dieselbe ein zweites Cauchy'sches Coordinatensystem gelegt denken, wiederum an einer Fläche $x = 0$) zufolge Gleichung 72 auf eine einfach periodische Bewegung reducirt. Wie diese Umwandlung der einen in die andere Form bewerkstelligt wird, darüber vermögen die Gränzgleichungen keinen Aufschluss zu geben. Man kann sich denken, dass η etwa nach dem Gesetze:

$$81. \quad \eta = \text{arc tang}\left(\varkappa e^{-\mathfrak{k}^2 x} \text{tang } r\right)$$

mit der Entfernung x von der Trennungsfläche abnehme, so dass in Wirklichkeit schon in geringer Entfernung von derselben die secundäre Bewegung vernichtet wird.

An der Austrittsfläche ist, abgesehen vom entgegengesetzten Vorzeichen ($\chi_R' = -\chi_R$) der Verzögerung der reflectirten Welle, das Verhältniss derselben zur einfallenden genau das gleiche wie an der Eintrittsfläche. Diese Verzögerung erscheint wiederum bedingt durch eine doppelt periodische Bewegung der durchgehenden Welle, deren augenblickliche lebendige Kraft für einen Punkt von der Lage δ durch den Ausdruck:

$$L_1 = \frac{m'_D D_0^2}{\cos \eta} \cos\left[\frac{2\pi}{T}\left(t'' + \frac{\delta}{v}\right) - \chi\right] \cos\left[\frac{2\pi}{T}\left(t'' + \frac{\delta}{v}\right) - \chi + \eta\right]$$

repräsentirt wird. Die gebrochene Welle befindet sich im Weltäther, und hinsichtlich ihres weiteren Verlaufes ist eine doppelte Annahme möglich.

Man könnte glauben, dass die gegebene lebendige Kraft derselben sich in jedem Augenblick unverändert erhält, dass sie folglich wegen der Constanz von η nicht aufhört, eine doppeltperiodische Bewegung zu bleiben, die

Digitized by Google

während der Zeit einer Schwingungsdauer die Intensität $D_0^2 = D_0^2 \cos^2 \eta$ entwickelt.

Es erscheint indess diese Ansicht schon darum unwahrscheinlich, weil sie ein gänzlich verschiedenes Verhalten der beiden Gränzflächen involviren würde. Supponiren wir vielmehr hier, wie an der Vorderfläche, eine unterhalb der Ebne $x=0$ continuirlich verlaufende Oberflächenschicht, längs deren Dicke η nach dem nämlichen Gesetz, wie oben, mit der Entfernung von jener Ebne abnimmt, so geht die doppelt periodische Bewegung nach und nach in die einfach periodische über.

Zugleich verlangt aber dann die Erhaltung der Kraft, dass die totale, während der Dauer der Periode auf der Ebne $x = 0$ producirte lebendige Kraft sich ungeschwächt auf allen folgenden Schichten und selbst im freien Aether wiederfinde. Diese totale, constante Intensität ist aber nach wie vor:

83. $$J_D = D_0^2 = \frac{D_0^2}{1 + \varkappa^2 e^{-2 f^2 x} \tan g^2 r},$$

so dass man für die beiden Hauptfälle anstatt der Intensitäten (J_D^s), (J_D^p) der S. 53, die sich hiernach als bloss scheinbare herausstellen, die beiden wirklichen erhält:

77a. $$J_D^s = \frac{4 \cos^2 r \sin^2 e}{\sin^2 (e + r) + \varkappa^2 \sin^2 e \sin^2 r},$$

$$J_D^p = \frac{4 \cos^2 r \sin^2 e}{\sin^2 (e + r) \cos^2 (e - r) + \varkappa^2 \sin^4 r,}$$

welche, wie die der neutralen Mittel, die Gleichung:

84. $$J_D J^i{}_D = (1 - J_R)^2$$

befriedigen, und deren Verhältniss das obige bleibt. — Eine ähnliche Gränzschicht kommt übrigens, wie weiterhin gezeigt werden soll, selbst den neutralen Mitteln zu, wenn nämlich die Bedingungen der Totalreflexion erfüllt sind.

Bevor wir hiermit die Theorie der elliptisch polarisirenden Mittel abbrechen, möge noch in Kürze der allgemeine Fall besprochen werden, dass zwei verschiedene solcher Mittel sich in einer ebnen Trennungsfläche berühren. Wird hier zwar das bisher eingeschlagene Verfahren aus weiter zu erörternden Gründen unmöglich, so führe ich doch des

Digitized by Google

Gegensatzes wegen die Rechnung aus. Sie gibt wenigstens eine Zusammenfassung aller Formeln, die bisher für die Spiegelung und Brechung an einem optisch dichteren und dünneren Mittel gesondert erhalten wurden.

Das Brechungsverhältniss der Combination der beiden Mittel heisse nach wie vor n, und das erstere derselben sei in seiner Berührung mit dem zweiten charakterisirt durch den Gränzcoefficienten $\varkappa_1$, das zweite in seiner Berührung mit dem ersten durch den Gränzcoefficienten $\varkappa_2$. Ich nehme an, dass jedes Mittel für sich in Berührung mit dem Weltäther und bei äusserer Reflexion positiv sei, d. h. dass ihm dann ein positiver Ellipticitätscoefficient zukomme, und dass, wie auch der absolute Werth dieses letzteren durch die gegenseitige Beeinflussung der Gränzschichten modificirt werde, das Vorzeichen desselben auch bei der Combinirung das gleiche bleibe.

Dies vorausgesetzt, hätte man die Oscillationsamplituden:

$$85.\quad C_R = -\frac{\sin(e-r) - \sqrt{-1}\,(\varkappa_2+\varkappa_1)\sin e \sin r}{\sin(e+r) - \sqrt{-1}\,(\varkappa_2-\varkappa_1)\sin e \sin r} C_E$$

$$C_D = \frac{2\cos e \sin r\,(1+\sqrt{-1}\,\varkappa_1 \operatorname{tang} e)}{\sin(e+r) - \sqrt{-1}\,(\varkappa_2-\varkappa_1)\sin e \sin r} C_E$$

und daraus z. B. die genäherten Werthe der Verzögerungen:

$$\operatorname{tang} X_R = -\left(\varkappa_1 \sin e \cos r + \varkappa_2 \cos e \sin r\right)\frac{2\sin e \sin r}{\sin(e-r)\sin(e+r)}$$

$$\operatorname{tang} X_D = \left(\varkappa_1 \sin e \cos r + \varkappa_2 \cos e \sin r\right)\frac{\operatorname{tang} e}{\sin(e+r)}.$$

Ferner für den zweiten Hauptfall:

$$86.\quad C_R = -\frac{\sin(e-r)\cos(e+r) + \sqrt{-1}\,(\varkappa_2 \sin^2 r + \varkappa_1 \sin^2 e)}{\sin(e+r)\cos(e-r) - \sqrt{-1}\,(\varkappa_2 \sin^2 r + \varkappa_1 \sin^2 e)} C_E$$

$$C_D = \frac{2\cos e \sin r\,(1+\sqrt{-1}\,\varkappa_1 \operatorname{tang} e)}{\sin(e+r)\cos(e-r) - \sqrt{-1}\,(\varkappa_2 \sin^2 r - \varkappa_1 \sin^2 e)} C_E$$

und die Phasenverschiebungen:

$$\operatorname{tang} X_B = \frac{(\varkappa_1 \sin e \cos r + \varkappa_2 \cos e \sin r)\sin e \sin r}{\sin(e-r)\sin(e+r)\cos(e-r)\cos(e+r)}$$

$$\operatorname{tang} X_D = \frac{(\varkappa_1 \sin e \cos r + \varkappa_2 \cos e \sin r)\sin e \sin r}{\sin e \cos e \sin(e+r)\cos(e-r)}.$$

Für $\varkappa_1 = 0$ fallen sämmtliche Ausdrücke mit den für

Digitized by Google

die Spiegelung und Brechung am optisch dichteren Mittel erhaltenen zusammen. Und setzt man $\varkappa_2 = 0$ und macht gleichzeitig das zweite Mittel zum ersten, indem man e und r gegen einander vertauscht, so erhält man die früheren Formeln für die Spiegelung und Brechung am optisch dünneren Mittel. Dabei wäre zu bemerken, dass auch die Berührung eines activen Mittels mit einem neutralen den Gränzcoefficienten des ersteren verändert, und dass daher $\varkappa_1$ und $\varkappa_2$ nur dann auf den vollen früheren Betrag $\varkappa$ ansteigen, wenn das berührende neutrale Mittel der freie Aether ist.

Dass in der That jedes Zusammenbringen heterogener Molekularsysteme nicht, wie Cauchy glaubte, die polarisirenden Kräfte der Gränzschichten algebraisch verstärkt oder abschwächt, sondern vielmehr dieselben einzeln je für sich modificirt, ergibt sich insbesondere aus den Erörterungen des folgenden Abschnittes. Man wird daraus entnehmen, dass die Gränzwirkungen zweier an einander stossender activer Mittel sich zu einer resultirenden vereinigen, die durch einen bestimmten einzigen Gränzcoefficienten charakterisirt ist. Damit erscheint dann die Anwendbarkeit complexer Formen bloss auf ein im reinen Aether befindliches Medium beschränkt. Auf jeden Fall indess ersieht man, dass die einfache Umkehrung einer gegebenen Combination das Vorzeichen der Phasenunterschiede und damit den Sinn der elliptischen Rotationen umkehrt. Ein Satz, der insbesondere durch die Versuche Quincke's bestätigt wird.

C. Die Totalreflexion.

Bekanntlich hat Fresnel gezeigt, dass die von ihm für neutrale Mittel aufgestellten Intensitätsformeln ihre Gültigkeit bewahren, wenn die einfallende Welle den Bedingungen der Totalreflexion unterworfen wird, wenn also die Reflexion an einem optisch dünneren Mittel vor sich geht und der Einfallswinkel den Werth des Gränzwinkels

Digitized by Google

übersteigt. Da alsdann der Sinus des Brechungswinkels grösser wird als 1, folglich der Cosinus desselben imaginär wird, so nehmen die Intensitätsformeln die complexe Gestalt an. Behandelt man sie nach den oben (S. 42) gegebenen Regeln, so liefern sie Phasenverschiebungen, die, wie die Versuche Fresnel's selbst sowie die Messungen Jamin's gezeigt haben, völlig mit der Erfahrung übereinstimmen.

Das gleiche Verfahren liesse sich nun auch auf die elliptisch polarisirenden Mittel übertragen, und werden wir im Folgenden der Einfachheit wegen als dünneres Mittel nur ein neutrales voraussetzen.

Führt zwar die gedachte Fresnel'sche Behandlung am kürzesten zu praktisch verwendbaren Endresultaten, so wird doch ein theoretischer Einblick in die Vorgänge bei der Totalreflexion durch dieselbe keineswegs gewährt, und bleiben vielmehr manche Unklarheiten übrig. Wir werden zur Vermeidung derselben direct auf die bezüglichen Gränzbedingungen zurückgehen.

Dies vorausgesetzt, denke man sich zwei Combinationen, jede bestehend aus einem neutralen und einem activen Mittel, aber es möge in der einen das neutrale und in der andern das active Mittel das erste und zugleich das dichtere sein. Endlich sei das relative Brechungsverhältniss beider Combinationen gleich, und auch der relative Ellipticitätscoefficient habe für beide den gleichen Werth, aber entgegengesetzes Vorzeichen.

Die Vorgänge in beiden werden folglich durch dieselben Formeln repräsentirt werden, sobald man nur dem Gränzcoefficienten $\varkappa$ das Doppelzeichen $\pm$ vorsetzt. Man kann fragen, ob diese Identität bei Variation des Einfallswinkels e sich bloss auf die bisher besprochenen Incidenzen von $e = 0$ bis $e = n$ beschränkt, oder ob sie auch die weiteren von $e = n$ bis $e = 90°$ mit umfasst.

Wenn wir daher zunächst die erste Combination (Neutral-Activ) für das Gebiet der Totalreflexion in's Auge fassen, so geben wir zu dem Ende z. B. den Gränzgleichungen 46 des I. Hauptfalles die Form:

Digitized by Google

$$1 + R = D$$

$$1 - R = D\,n\,\frac{\cos r - \sin r \times \sqrt{-1}}{\cos e}$$

$$= D\,\frac{\sqrt{n^2 - \sin^2 e} - \sqrt{-1} \times \sin e}{\cos e}.$$

Und wenn statt n der reciproke Werth desselben $\nu = \frac{1}{n}$ eingeführt wird, so schreibt sich die letztere:

$$1 - R = D\,\frac{\sqrt{1 - \nu^2 \sin^2 e} - \sqrt{-1}\,\nu \times \sin e}{\nu \cos e}.$$

Nun sinkt $\sqrt{1 - \nu^2 \sin^2 e}$ von $e = 0$ bis $e = \frac{1}{\nu}$ auf 0 herab, um bei noch grösseren Incidenzen imaginär zu werden. Man hat daher für alle zwischen $e = \frac{1}{\nu}$ und $e = 90^0$ liegenden Einfallswinkel:

$$1 - R = D\,\frac{\sqrt{\nu^2 \sin^2 e - 1} - \nu \times \sin e}{\nu \cos e}\sqrt{-1} = D\,\frac{u}{\nu}\sqrt{-1},$$

wenn nämlich noch zur Abkürzung die Function u eingeführt wird. Demnach schreiben sich die Gränzbedingungen beider Hauptfälle:

87.

I.		II.	
$1 + R = D$		$1 - R = D\,\frac{1}{\nu}$	
$1 - R = D\,\frac{u}{\nu}\sqrt{-1}$		$1 + R = D\,u\sqrt{-1}.$	

Verfolgen wir zunächst die ersteren. Durch Einführung von:

$$R = R_1 + R_2\sqrt{-1}, \quad D = D_1 + D_2\sqrt{-1}$$

zerfallen sie in folgende vier:

88.

$$1 + R_1 = D_1, \qquad R_2 = D_2$$

$$1 - R_1 = -D_2\,\frac{u}{\nu}, \qquad -R_2 = D_1\,\frac{u}{\nu}.$$

Man zieht daraus:

$$1 - R_1^2 - R_2^2 = 1 - R_0^2 = 0,$$

d. h. die in der einfallenden und reflectirten Welle enthaltenen (totalen) lebendigen Kräfte sind gleich.

Dasselbe Resultat ergibt sich für den II. Hauptfall mittelst der analogen Gleichungen:

Digitized by Google

89.
$$1 + R_1 = -D_2 u, \qquad R_2 = D_1 u$$
$$1 - R_1 = D_1 \frac{1}{\nu}, \qquad -R_2 = D_2 \frac{1}{\nu}.$$

Zugleich ersieht man, wie die um eine Viertelundulation von einander abstehenden Amplituden R_1 und R_2, resp. D_1 und D_2 mit dem Einfallswinkel variiren.

Setzt man ferner wie früher:

$$R_1 = R_0 \cos \chi_R \qquad D_1 = D_0 \cos \chi_D$$
$$R_2 = R_0 \sin \chi_R \qquad D_2 = D_0 \sin \chi_D,$$

so schreiben sich z. B. die Uebergangsbedingungen des I. Hauptfalles auch so:

90.
$$\cos \varphi + R_0 \cos (\varphi - \chi_R) = D_0 \cos (\varphi - \chi_D)$$
$$\cos \varphi - R_0 \cos (\varphi - \chi_R) = D_0 \frac{u}{\nu} \sin (\varphi - \chi_D).$$

Durch ihre Multiplication erhält man die beiden Hauptfällen gemeinsame Gleichung der augenblicklichen lebendigen Kräfte, nämlich (für $x = 0$):

91. $$\cos^2 \varphi - R_0^2 \cos^2 (\varphi - \chi_R) = D_0^2 \frac{u}{\nu} \sin (\varphi - \chi_D) \cos (\varphi - \chi_D),$$

die sich, da $\nu \cos e = \frac{n_1}{n_2} \cos e = \frac{n_1^2 \omega_1 \cos e}{n_2^2 \omega_2} = \frac{n_1^2 V_1}{n_2^2 \omega_2}$ gesetzt werden kann, auch auf die Formen bringen liesse:

$$V_1 n_1^2 \left[\cos^2 \varphi - R_0^2 \cos^2 (\varphi - \chi_R) \right] = V_2 n_2^2 \frac{1}{2} \operatorname{tang} \vartheta \sin 2 (\varphi - \chi_D);$$
$$(m_R + m'_R E'^2_0) \cos^2 \varphi - (m_R R_0^2 + m'_R R'^2_0) \cos^2 (\varphi - \chi_R)$$
$$= (m_D D_0^2 + m'_D D'^2_0) \operatorname{tang} \vartheta \sin (\varphi - \chi_D) \cos (\varphi - \chi_D),$$

sofern man dem Volumen V_1 im ersten Mittel ein gewisses Volumen:

$$V_2 = \left(\sqrt{\nu^2 \sin^2 e - 1} \mp \nu \varkappa \sin e \right) \omega_2 \cot \vartheta$$

im zweiten Mittel als äquivalent zuordnet, welches von den Massen m_D, m'_D erfüllt wird.

Vergleicht man nun vorstehende Beziehung mit der analogen früheren (Gl. 55), so unterscheidet sie sich von jener dadurch, dass für den „gebrochenen" Antheil der Bewegung das frühere Glied $\cos^2 (\varphi - \chi_D)$ fehlt, und dass das in Bewegung gesetzte Volumen unter aussergewöhnlicher Form auftritt.

Ersteres hat zur Folge, dass bei der Integration

Digitized by Google

der lebendigen Kräfte über die Zeit einer Schwingungsdauer die totale Intensität des „gebrochenen" Lichtes auf Null herabsinkt, und dass man daher wie oben erhält:

92. $$1 - R_0^2 = 0, \quad J_R = 1.$$

Letzteres dagegen weist darauf hin, dass auch die augenblicklichen Intensitäten desselben nicht in das Innere des zweiten Mittels eindringen, sondern ihre Oscillationen auf die Gränzschicht beschränken. Bevor wir indess hierauf zurückkommen, wenden wir uns zur Combination Activ-Neutral.

Die Gränzbedingungen des I. Hauptfalles schreiben sich für dieselbe nach Analogie der Gleichungen 71a:

$$1 + R = D$$

$$1 - R = D \frac{\sqrt{1 - \nu^2 \sin^2 e}}{\nu (\cos e + \sin e \times \sqrt{-1})}$$

$$= D \frac{\sqrt{1 - \nu^2 \sin^2 e}}{\nu \cos e (1 + \varkappa^2 \tang^2 e)} (1 - \varkappa \tang e \sqrt{-1})$$

und sonach innerhalb des Gebietes der Totalreflexion:

$$1 + R = D$$

$$1 - R = D \frac{u'}{\nu} (1 - \varkappa \tang e \sqrt{-1}) \sqrt{-1}.$$

Hier besteht die rechte Seite der zweiten Gleichung, im Widerspruch zum Verhalten der Combination Neutral-Activ, aus einem imaginären nebst einem reellen Gliede, und kann daher R_0 nicht $= 1$, also die Reflexion keine vollständige werden.

Um dieser Auffälligkeit zu entgehen, könnte man zunächst die Annahme machen, dass bei der Totalreflexion derjenige Unterschied der Schichten, welcher die elliptische Polarisation beim wirklichen Durchgang des Lichtes hervorruft, sich nicht bemerklich zu machen vermöge, dass folglich der frühere Phasenunterschied η verschwinde und damit die elliptisch polarisirenden Mittel für die behandelten Incidenzen sich nicht anders verhalten wie die neutralen Mittel. Dem entsprechend wäre zu setzen:

$$\tang \vartheta = 0, \quad V_2 = \beta_2 \omega_2 = \omega_2 \sqrt{\nu^2 \sin^2 e - 1}, \quad u = \frac{\sqrt{\nu^2 \sin^2 e - 1}}{\cos e}.$$

Digitized by Google

Was nun im Einklang hiermit die Tiefe des Eindringens des gebrochenen Lichtes betrifft, so schreibt sich das Schwingungsgesetz der durchgehenden Welle, welches im allgemeinen die Form hat:

$$\varrho = D\cos\frac{2\pi}{T}\left(t - \Theta + \frac{x\cos r + y\sin r}{\omega_2}\right),$$

in Rücksicht auf den imaginären Werth von cos r auch so:

93. $$\varrho = D\cos\frac{2\pi}{T}\left(t - \Theta + \frac{x\sqrt{\nu^2\sin^2 e - 1}\sqrt{-1} + y\nu\sin e}{\omega_2}\right)$$

oder bei Auflösung der Klammer nach bekanntem Satze:

93b. $$\varrho = \frac{D}{2}\left\{\left(e^{\frac{2\pi}{\lambda_2}x\sqrt{\nu^2\sin^2 e - 1}} + e^{-\frac{2\pi}{\lambda_2}x\sqrt{\nu^2\sin^2 e - 1}}\right)\cos\frac{2\pi}{T}\left(t' + y\frac{\sin e}{\omega_1}\right)\right.$$
$$\left. + \sqrt{-1}\left(e^{\frac{2\pi}{\lambda_2}x\sqrt{\nu^2\sin^2 e - 1}} - e^{-\frac{2\pi}{\lambda_2}x\sqrt{\nu^2\sin^2 e - 1}}\right)\sin\frac{2\pi}{T}\left(t' + y\frac{\sin e}{\omega_1}\right)\right\},$$

wobei $\omega_2 T = \lambda_2$, $\omega_1 T = \lambda_1$ ist. Auf diesen Ausdruck bringt nun Cauchy noch die Fresnel'sche Regel:

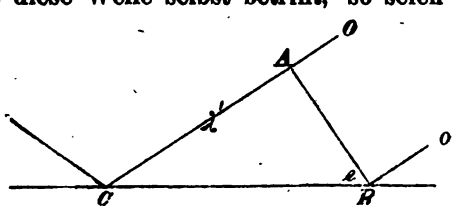
$$A\sqrt{-1}\sin\varphi = A\cos\varphi$$

zur Anwendung, so dass er erhält:

93c. $$\varrho = D e^{\frac{2\pi}{\lambda_2}x\sqrt{\nu^2\sin^2 e - 1}}\cos 2\pi\left(\frac{t'}{T} + y\frac{\sin e}{\lambda_1}\right).$$

In der That führt das von ihm eingeschlagene Continuitätsverfahren (Gränzbedingungen Gl. 19) mit Benutzung des vorstehenden Ausdrucks wenigstens für den I. Hauptfall zu den bezüglichen Intensitätsformeln zurück.

So erscheint denn nach Cauchy der Wurzelwerth $\sqrt{\nu^2\sin^2 e - 1} = \beta_2$ als Absorptions- oder Extinctionscoefficient der gebrochenen Welle, und wäre demselben aus diesem Grunde stets und ausschliesslich das negative Zeichen beizulegen. Und was diese Welle selbst betrifft, so seien in nebenstehender Figur OA und OB zwei soweit von einander abstehende Normalen der einfallenden Welle, dass $AC = \lambda_1$ ist



Digitized by Google

und die beiden Punkte der Trennungsfläche B und C sich stets in gleichen Schwingungszuständen befinden. Es ist dann:

$$\frac{\sin e}{\lambda_1} = \frac{1}{BC}.$$

Fällt also Licht unter den Bedingungen der Totalreflexion auf die Trennungsfläche auf, so wird sich nach der Vorstellung Cauchy's vor Herstellung des stationären Zustandes im optisch dünneren Mittel und zwar parallel der Trennungsfläche eine Schwingungsbewegung entwickeln, die periodisch ist nach BC, und deren Amplitüde sich im geometrischen Verhältnisse des Abstandes von der Trennungsfläche ändert, d. h. mit diesem abnimmt. Wäre dann der stationäre Zustand einmal gebildet, so übertrüge sich die lebendige Kraft der einfallenden Welle mit Beihülfe der besprochenen (in Wirklichkeit nur dünnen) Schicht auf die reflectirte, ohne dass in das dünnere Mittel hinein Licht verloren ginge.

Unsererseits acceptiren wir diese Erklärung insoweit, als wir Gl. 93 durch Aufstellung unserer Gleichung der lebendigen Kräfte 91 für hinreichend interpretirt halten.

Wie indess weiterhin bei den Metallen (vergl. d. folg. Abschnitt, Theil 2), so erscheint auch hier die Auffassung Cauchy's (Gl. 93c), die eben auf einer zu freien Deutung des complex gewordenen Schwingungsgesetzes beruht, als keineswegs haltbar.

Wäre wirklich für unsere Combination I in Gl. 91 das Glied $\nu x \sin e$ zu verwerfen, so machte der Phasenunterschied (χ_R) derselben für die Incidenz $\sin e = \frac{1}{\nu}$ einen plötzlichen Sprung; und er wäre für zwei um unendlich wenig kleinere und grössere Einfallswinkel um einen endlichen Betrag verschieden. Gibt man das nicht zu, so kann aber auch andererseits unmöglich $\sqrt{\nu^2 \sin^2 e - 1}$ zu dem völlig verschiedenen $\nu x \sin e$ in das Coordinationsverhältniss der Function u eintreten, so lange man diesen Wurzelwerth als Extinctionscoefficienten auffasst. Und was die Combination II betrifft, so bleibt immer zu beachten, dass complexen

Digitized by Google

Beziehungen nur insoweit Bedeutung zuzumessen ist, als sich dieselben in annehmbare Bedingungen zwischen reellen Grössen umformen lassen. Wenn daher die Gränzgleichungen der elliptisch polarisirenden Mittel für innere und äussere Reflexion erst nach ihrer Umformung im wesentlichen identisch wurden, so wird man auch jetzt diese Identität festhalten und Combination II und I als nur durch das Vorzeichen von $\varkappa$ verschieden ansehen.

Gränzwirkung und Totalreflexion nähmen so in der gleichen dünnen Schicht ihren gemeinschaftlichen Ursprung. Und wenn bei jener die Wellenbreite β mit dem Winkel zwischen Strahl und Wellennormale complex wurde, während sie hier kraft des Brechungsgesetzes imaginär wird, so ist in beiden Fällen, physikalisch genommen, der Erfolg wenigstens qualitativ der gleiche.

Was nun zum Schluss die Amplitüden selbst betrifft, so erhält man entweder aus den Gränzgleichungen 87 direct oder durch Imaginärsetzen von cos r in den Ausdrücken 57 und 62 die folgenden Werthe:

Für den I. Hauptfall:

$$94.\quad R = -\frac{-\nu\cos e + \sqrt{-1}\,(\sqrt{\nu^2\sin^2 e - 1} \mp \nu\varkappa\sin e)}{\nu\cos e + \sqrt{-1}\,(\sqrt{\nu^2\sin^2 e - 1} \mp \nu\varkappa\sin e)}$$

und daraus:

$$J_R = 1$$

$$94b.\quad \operatorname{tang}\chi_R = -\frac{2\nu\cos e\,(\sqrt{\nu^2\sin^2 e - 1} \mp \nu\varkappa\sin e)}{-\nu^2\cos^2 e + (\sqrt{\nu^2\sin^2 e - 1} \mp \nu\varkappa\sin e)^2}$$

sowie:

$$95.\quad D = \frac{2\nu\cos e}{\nu\cos e + \sqrt{-1}\,(\sqrt{\nu^2\sin^2 e - 1} \mp \nu\varkappa\sin e)}$$

$$95b.\quad J_D = \frac{4\nu^2\cos^2 e}{\nu^2\cos^2 e + (\sqrt{\nu^2\sin^2 e - 1} \mp \nu\varkappa\sin e)^2}$$

$$\operatorname{tang}\chi_D = -\frac{\sqrt{\nu^2\sin^2 e - 1} \mp (\nu\varkappa\sin e}{\nu\cos e}.$$

Ebens[illegible]len II. Hauptfall:

$$96.\quad R = -\frac{-\sqrt{-1}\,\nu\,(\sqrt{\nu^2\sin^2 e - 1} \mp \nu\varkappa\sin e)}{\cos e + \sqrt{-1}\,\nu\,(\sqrt{\nu^2\sin^2 e - 1} \mp \nu\varkappa\sin e)}$$

Digitized by Google

$$J_R = 1$$

$$96_b.\quad \operatorname{tang}\chi_R = -\frac{2\nu\cos e\,(\sqrt{\nu^2\sin^2 e - 1} \mp \nu\varkappa\sin e)}{\cos^2 e - \nu^2\,(\sqrt{\nu^2\sin^2 e - 1} \mp \nu\varkappa\sin e)^2}$$

$$97.\quad D = \frac{2\nu\cos e}{\cos e + \sqrt{-1}\,\nu\,(\sqrt{\nu^2\sin^2 e - 1} \mp \nu\varkappa\sin e)}$$

$$97_b.\quad J_D = -\frac{4\nu^2\cos^2 e}{\cos^2 e + \nu^2\,(\sqrt{\nu^2\sin^2 e - 1} \mp \nu\varkappa\sin e)^2}$$

$$\operatorname{tang}\chi_D = -\frac{\nu\,(\sqrt{\nu^2\sin^2 e - 1} \mp \nu\varkappa\sin e}{\cos e}.$$

Ist sonach das auf die Trennungsfläche auffallende Licht unter dem Azimuth von 45° linear polarisirt, so erhält man bezüglich der Componenten der entstehenden elliptischen Schwingungen und zwar für die reflectirte Welle:

$$98.\quad \frac{R_0^p}{R_0^s} = 1,$$

$$\operatorname{tang} d_R = \frac{2\nu\cos e\, w\,(\nu^2 - 1)\,(w^2 + \cos^2 e)}{(\nu^2 - 1)^2\, w^2\cos^2 e - \nu^2\,(w^2 + \cos^2 e)^2},$$

wo der Abkürzung wegen gesetzt ist:

$$w = \sqrt{\nu^2\sin^2 e - 1} \mp \nu\varkappa\sin e.$$

Da indess das $\varkappa$ enthaltende Glied wegen seiner Kleinheit nur für die Nähe des Gränzwinkels zur Wirkung kommt, so darf man es im allgemeinen vernachlässigen, so dass man einfacher hat:

$$98_b.\quad \operatorname{tang} d_R = -\frac{2\nu\cos e\sin^2 e\sqrt{\nu^2\sin^2 e - 1}}{1 - (\nu^2 + 1)\sin^2 e + 2\nu^2\sin^4 e}.$$

Analog erhält man für die „gebrochene" Welle:

$$99.\quad \frac{D_0^p}{D_0^s} = \frac{1}{\sqrt{(\nu^2 + 1)\sin^2 e - 1}},$$

$$\operatorname{tang} d_D = -\cot e\sqrt{1 - \frac{n^2}{\sin^2 e}}.$$

Die beiden ersteren Ausdrücke sind zwar schon von Fresnel gegeben, indess blieben die physikalischen Vorgänge der Totalreflexion ihrem Wesen nach bisher unerörtert. Ich glaube in Vorstehendem gezeigt zu haben, dass diese Vorgänge nahe verwandt und theilweise selbst iden-

Digitized by Google

tisch sind mit denen, welche die elliptisch polarisirenden Mittel beim wirklichen Durchgang des Lichtes bieten.

Auf die specifische Bedeutung des Ellipticitätscoefficienten kann ich erst später zurückkommen.

D. Das metallische Mittel.

Wenn ich nunmehr zu den metallischen Mitteln übergehe, so sehe ich zunächst wieder von einer etwaigen Gränzwirkung analog der unter B besprochenen ab und betrachte nur solche, für welche Strahl und Wellennormale — wenngleich sie eine complexe Richtung einschlagen — wie bei den neutralen durchsichtigen Mitteln in Coincidenz verbleiben. Die so gestellte Aufgabe lässt sich am besten auf folgendem Wege durchführen.

Wir entwickeln zunächst die Formeln Cauchy's, aber in einer mehr übersichtlichen Weise, als dies von Cauchy selbst geschehen ist. Dazu bietet die charakteristische Auffassung desselben, welche die Metalle wesentlich als absorbirende Mittel ansieht, ein bisher unbeachtet gebliebenes Hülfsmittel, die wirkliche Fortpflanzungsgeschwindigkeit der in das Metall eindringenden Wellen in ihrer vollen Abhängigkeit vom Einfallswinkel kennen zu lernen.

Sodann soll an der Hand der Theorie des Mitschwingens der Körpertheilchen gezeigt werden, dass Cauchy, wenn er den Brechungsindex der Metalle als das Verhältniss der Sinus des Einfalls- und Brechungswinkels complex setzte, nur einen ersten Schritt gethan hat, dem noch ein zweiter folgen muss. Sofern nämlich mit dem Index auch die brechende Kraft, d. h. der Ueberschuss des Quadrates desselben über die Einheit, als das Verhältniss der lebendigen Kräfte, in welchem die eindringende Wellenbewegung sich auf Körper- und Aethertheilchen vertheilt, gleichzeitig complex wird, so werden fortan — anders als in den früheren Abschnitten — die Amplitüden der Körper- und die der Aethertheilchen je gesondert für sich zu behandeln sein.

Digitized by Google

Die Cauchy'schen Formeln der Metallreflexion gehen, analog denen der Totalreflexion, und wie oben gezeigt, denen der elliptischen Reflexion der durchsichtigen Mittel, unmittelbar aus den Fresnel'schen Ausdrücken für die Amplitüde des gespiegelten (und gebrochenen) Lichtes hervor, sofern man den Brechungswinkel durch Einfallswinkel und Brechungsverhältniss ausdrückt und letzteres als:

$$n = a + b\sqrt{-1}$$

complex setzt. Natürlich führt auch die directe Behandlung mittelst der vollständigen Cauchy'schen Continuitätsgrundsätze, wie sie Beer durchführte, zu dem gleichen Resultat; nur sind dann die wiederum auftretenden verschwindenden Strahlen, die völlig identisch sind mit denen der übrigen Mittel, aus den Endformeln zu entfernen. Will man dieselben umgehen, so genügt auch die Benutzung der Cauchy'schen Grundsätze für den I. Hauptfall, um zur Gleichung der lebendigen Kräfte und von dieser durch Combination mit der Fresnel-Neumann'schen Continuitätsbedingung zum gewünschten Ziele zu gelangen.

Da die weiteren Operationen fast nur mit complex gewordenen Coefficienten auszuführen sind, so erscheint es wesentlich, dazu gerade nur solche, deren physikalische Bedeutung unvermittelt erkannt wird, zu verwenden und ihnen vor anderen, Producten oder Quotienten von jenen, selbst auf Kosten der Eleganz den Vorzug zu geben.

Man gelangt zu diesen passendsten Werthen, wenn man, wie billig, die Interpretation des Schwingungsgesetzes einer Substanz mit complexem Brechungsverhältniss an die Spitze stellt. Hat dieses zunächst die Form:

$$\varrho = A\cos\frac{2\pi}{T}\left(t - \Theta + \frac{\delta}{\omega}\right) = A\cos\frac{2\pi}{T}\left(t - \Theta + \frac{x\,n\cos r + y\,n\sin r}{v}\right),$$

folglich für ein complexes n:

$$\varrho = A\cos\frac{2\pi}{T}\left(t - \Theta + \frac{x\,(a + b\sqrt{-1})\cos r + y\sin e}{v}\right),$$

und setzt man in Anbetracht des Umstandes, dass auch cos r complex wird:

100. $$(a + b\sqrt{-1})\cos r = p + q\sqrt{-1},$$

so hat man:

Digitized by Google

101. $$\varrho = A \cos \frac{2\pi}{T}\left(t - \Theta + \frac{x p + y \sin e}{v} + x \frac{q}{v}\sqrt{-1}\right)$$

oder wieder nach bekannter Umformung:

101b. $$\varrho = \frac{A}{2}\left(e^{\frac{2\pi}{\lambda}qx} + e^{-\frac{2\pi}{\lambda}qx}\right)\cos\frac{2\pi}{T}\left(t - \Theta + \frac{x p + y \sin e}{v}\right)$$
$$+\sqrt{-1}\frac{A}{2}\left(e^{\frac{2\pi}{\lambda}qx} - e^{-\frac{2\pi}{\lambda}qx}\right)\sin\frac{2\pi}{T}\left(t - \Theta + \frac{x p + y \sin e}{v}\right).$$

Soweit ferner die Anwendbarkeit der Fresnel'schen Interpretation einer imaginären Amplitude auf vorstehenden Ausdruck erwiesen werden kann (vergl. Theil 2 dieses Abschnittes), lässt sich dafür mit Cauchy auch setzen:

101c. $$\varrho = A\, e^{\frac{2\pi}{\lambda}qx} \cos\frac{2\pi}{T}\left(t - \Theta + \frac{x p + y \sin e}{v}\right).$$

Die so von Cauchy angenommene „Extinction" geht demnach vor sich in der Richtung des Lothes, und es erscheint q als „Extinctionscoefficient". Setzt man schliesslich unter Einführung zweier neuer Constanten ν und r':

102. $$p = \nu \cos r', \quad \sin e = \nu \sin r',$$

woraus:

103. $$p^2 + \sin^2 e = \nu^2 = \frac{v^2}{\omega'^2}, \quad \operatorname{tang} r' = \frac{\sin e}{p},$$

so schreibt sich noch:

101d. $$\varrho = A\, e^{\frac{2\pi}{\lambda}qx} \cos\frac{2\pi}{T}\left(t - \Theta + \frac{x \cos r' + y \sin r'}{\omega'}\right).$$

Wir ziehen vorläufig zur Abkürzung und ohne jedes Präjudiz die kürzere Gleichung 101c, resp. 101d der längeren 101b vor. Jedenfalls beziehen sich beide, wenn man sie auch nicht für physikalisch identisch hält, auf parallele Wellen von gleicher Fortpflanzungsgeschwindigkeit.

Da r' und ω' reell sind, so wird das Metall von Wellen durchsetzt, die ($v = 1$ gedacht) mit einer Geschwindigkeit:

$$\frac{\omega'}{\cos r'} = \frac{1}{p}$$

Digitized by Google

durch die Richtung des Lothes hindurchziehen. Diese Wellen sind sonach durch ihren Extinctionscoefficienten q und durch den reciproken Werth ihrer Ausbreitungsgeschwindigkeit p, beide auf die Richtung des Lothes bezogen, völlig bestimmt.

p und q lassen sich nun auch weiter als Functionen vom Einfallswinkel e und von den Constanten a, b des Brechungsverhältnisses ermitteln. Man hat nämlich:

$$n \cos r = \sqrt{n^2 - \sin^2 e}$$
$$p + q\sqrt{-1} = (a + b\sqrt{-1}) \cos r$$
$$= \sqrt{(a + b\sqrt{-1})^2 - \sin^2 e},$$

folglich:

$$p^2 - q^2 + 2pq\sqrt{-1} = a^2 - b^2 - \sin^2 e + 2ab\sqrt{-1},$$

woraus:

104. $p^2 - q^2 = a^2 - b^2 - \sin^2 e, \quad pq = ab,$

und so erhält man:

105. $$p^2 = \frac{1}{2}\left[(a^2 - b^2 - \sin^2 e) + \sqrt{(a^2 - b^2 - \sin^2 e)^2 + 4a^2b^2}\right],$$

wo das positive Wurzelzeichen zu nehmen ist und sonach für $e = 0$ sich $p = a$ ergibt. p erscheint so als Brechungsverhältniss (ν_0) für die normale Incidenz.

Da sich übrigens schreiben lässt:

$$p^2 = \tfrac{1}{2}(p^2 - q^2) + \tfrac{1}{2}(p^2 + q^2),$$

so leitet man noch ab:

106. $$p^2 + q^2 = \sqrt{(a^2 - b^2 - \sin^2 e)^2 + 4a^2b^2}.$$

Für das allgemeine Brechungsverhältniss ν erhält man zufolge Gl. 103 und 104:

107. $$\nu^2 - q^2 = a^2 - b^2.$$

108. $$\nu^2 = \frac{1}{2}\left[(a^2 - b^2 + \sin^2 e) + \sqrt{(a^2 - b^2 - \sin^2 e)^2 + 4a^2b^2}\right].$$

Man ersieht daraus, dass dieses Brechungsverhältniss bei den Metallen, wie bei den anisotropen durchsichtigen Mitteln, mit dem Einfallswinkel variirt; das Gleiche gilt vom „Extinctionscoefficienten“:

$$q = \frac{ab}{p}.$$

Digitized by Google

Wäre insbesondere, wie das am nächsten beim Silber der Fall scheint, $a = 0$, so hätte man:

$$\nu = \sin e\,, \quad q = b\,, \quad \sin r' = \frac{\sin e}{\nu} = 1\,, \quad r' = 90°.$$

Noch auf Eins möchte ich hier aufmerksam machen. Wie den elliptisch polarisirenden durchsichtigen Mitteln, so kommt auch den metallischen Mitteln neben dem weiterhin zu besprechenden Haupteinfallswinkel ein Polarisationswinkel zu, der charakterisirt ist durch die Brewster'schen Relationen:

$$\nu = \operatorname{tang} P\,, \quad \cos^2 P = \frac{1}{\nu^2 + 1}\,, \quad \sin^2 P = \frac{\nu^2}{\nu^2 + 1}.$$

Ersetzt man nun in Gleichung 107 q durch seinen Werth $\frac{a\,b}{p}$, so schreibt sich dieselbe auch so:

$$\nu^2 = a^2 - b^2 + \frac{a^2 b^2}{\nu^2 \cos^2 r'}.$$

Und da für die Incidenz des Polarisationswinkels $\cos^2 r' = \sin^2 P = \frac{\nu^2}{\nu^2 + 1}$, so ist das entsprechende Brechungsverhältniss geknüpft an die Auflösung der kubischen Gleichung:

109. $$\nu_P^6 - \nu_P^4 (a^2 - b^2) - (\nu_P^2 + 1)\, a^2 b^2 = 0.$$

Die vorstehenden Ausdrücke vereinfachen sich natürlich auch dann, wenn b so klein genommen wird, dass schon die vierten Potenzen desselben vernachlässigt werden dürfen. In diesem Falle liesse sich innerhalb der Klammer:

$$b^2 \left(\frac{a^2}{\nu^2 \cos^2 r'} - 1 \right)$$

näherungsweise $\nu = a$ setzen, und man erhielte dann die approximativen Beziehungen:

110. $$\nu^2 = a^2 + b^2 \operatorname{tang}^2 r'$$
$$p^2 = a^2 \cos^2 r' + b^2 \sin^2 r'.$$

Der Polarisationswinkel endlich wäre gegeben durch:

$$\nu^2 (\nu^2 - a^2) = b^2,$$

wofür man auch schreiben kann:

$$a^2 (\nu_P^2 - a^2) = b^2,$$

so dass:

Digitized by Google

$$\nu_P^2 = a^2 + \frac{b^2}{a^2}.$$

Da dem Bisherigen zufolge ν mit zunehmender Incidenz wächst, und da die Reflexion an Silber einen Werth $a<1$ gibt, so kann man mit Quincke die Frage aufwerfen, bei welcher Incidenz das Brechungsverhältniss des Silbers $=1$ werde. Setzt man zu dem Zwecke in Gleichung:

$$\nu^2 = a^2 - b^2 + \frac{a^2 b^2}{\nu^2 - \sin^2 e}$$

$\nu = 1$, so erhält man:

111. $$\cos^2 e = \frac{a^2 b^2}{1 - (a^2 - b^2)}.$$

Quincke[1]) hat in der That an gewissen dünnen durchsichtigen Silberblättchen mittelst der Interferentialmethode für senkrechte Incidenz ein kleineres Brechungsverhältniss als 1 erhalten; dasselbe wuchs bei Zunahme derselben und ging für einen gewissen Werth von e in 1 über. Die dort mitgetheilten numerischen Resultate sind indess insofern unbrauchbar, als Quincke, von den beiden unrichtigen Formeln Beer's:

$$q^2 = q_0^2 + \sin^2 e$$
$$\nu^2 = \nu_0^2 + \sin^2 e$$

ausgehend, nur die letztere verwerthet und neben dem Werthe von a den von b nicht angibt.

1. Die Intensitätsformeln für die Metalle.

Nach diesen Vorbemerkungen, deren Inhalt meines Wissens noch von Niemanden correct dargelegt ist, schreiten wir sofort zur Bildung der Intensitätsformeln, und zwar werden wir uns nicht, wie Cauchy und Beer, mit denen des gespiegelten Lichtes begnügen, sondern auch das durchgehende hinzuziehen. Die in Betracht kommenden Ausdrücke sind die nämlichen wie für neutrale durchsichtige Mittel, also die Gleichungen 22 und 36, sofern man in ihnen die folgenden Beziehungen substituirt:

---

1) Pogg. Ann. Bd. 119, S. 368; Bd. 120, S. 599.

Digitized by Google

$$\omega_E : \omega_D = \sin e : \sin r$$
$$= (a + b\sqrt{-1}) : 1$$
$$\beta_E : \beta_D = \cos e : \cos r$$
$$= \cos e : \frac{p + q\sqrt{-1}}{a + b\sqrt{-1}}.$$

I. Hauptfall. Für denselben erhält man, wenn noch der wirkliche, bisher mit r' bezeichnete Brechungswinkel fortan unaccentuirt gelassen wird:

112. $$R = \frac{\cos e - p - \sqrt{-1}\, q}{\cos e + p + \sqrt{-1}\, q}$$

oder:

$$R = -\frac{\sin(e - r) + \sqrt{-1}\, q \sin r}{\sin(e + r) + \sqrt{-1}\, q \sin r}$$

oder auch:

$$R = -\frac{\nu \sin(e - r) + \sqrt{-1}\, a\, b \tang r}{\nu \sin(e + r) + \sqrt{-1}\, a\, b \tang r'}$$

je nachdem man eine Function von p, q, e, von q, e, r oder von ν, a, b, e, r vorzieht.

Man erhält daraus z. B.:

113. $$J_R = \frac{(\cos e - p)^2 + q^2}{(\cos e + p)^2 + q^2}$$

oder auch:

$$J_R = \frac{\sin^2(e - r) + q^2 \sin^2 r}{\sin^2(e + r) + q^2 \sin^2 r'}$$

welch letzterer Ausdruck mit dem von Beer gegebenen übereinstimmt, wenn auch Beer über die Abhängigkeit des q von a, b, ν es nicht zur Klarheit gebracht hat.

Setzt man noch nach dem Vorgange Cauchy's:

$$\frac{1 + J}{1 - J} = \tang f, \quad J = \frac{\tang f - 1}{\tang f + 1} = \tang(f - 45^0),$$

so erhält man z. B. in p, q, e:

114. $$\cot f = \frac{2\, p \cos e}{p^2 + q^2 + \cos^2 e}.$$

Der Phasenunterschied der resultirenden Welle wird entsprechend:

Digitized by Google

$$\text{tang}\,\chi_R = \frac{2\,q\cos e}{p^2+q^2-\cos^2 e}$$

115.
$$= \frac{2\,q\cos e\sin^2 r}{\sin(e-r)\sin(e+r)+q^2\sin^2 r}$$

$$= \frac{a\,b\sin 2e\,\text{tang}\,r}{\nu^2\sin(e-r)\sin(e+r)+a^2b^2\,\text{tang}^2 r}.$$

Für das gebrochene Licht erhält man endlich:

116.
$$D = \frac{2\cos e}{\cos e + p + \sqrt{-1}\,q}$$

und dem entsprechend:

117.
$$J_D = \frac{4\cos^2 e}{(\cos e+p)^2+q^2} = \frac{4\cos^2 e\sin^2 r}{\sin^2(e+r)+q^2\sin^2 r}$$

$$\text{tang}\,\chi_D = -\frac{q}{\cos e+p} = -\frac{q\sin r}{\sin(e+r)}.$$

II. Hauptfall. Für denselben erhält man, wenn noch zur Abkürzung:

$$(a+b\sqrt{-1})^2 = v + w\sqrt{-1},$$

folglich:

$$a^2-b^2=v, \quad 2ab=w$$

gesetzt wird:

118.
$$R = \frac{p-v\cos e+\sqrt{-1}\,(q-w\cos e)}{p+v\cos e+\sqrt{-1}\,(q+w\cos e)}$$

oder auch bei Einführung vorstehender Werthe und Beachtung der Beziehungen 103 und 107:

$$R = \frac{[\text{tang}\,e\cot r-(a^2-b^2)]\cos e+\sqrt{-1}\,q(1-\sin 2e\cot r)}{[\text{tang}\,e\cot r+(a^2-b^2)]\cos e+\sqrt{-1}\,q(1+\sin 2e\cot r)}.$$

Aus der ersten dieser Gleichungen folgt für die Intensität:

$$J_R = \frac{(p-v\cos e)^2+(q-w\cos e)^2}{(p+v\cos e)^2+(q+w\cos e)^2}$$

$$= \frac{p^2+q^2-2\cos e(vp+wq)+(v^2+w^2)\cos^2 e}{p^2+q^2+2\cos e(vp+wq)+(v^2+w^2)\cos^2 e}.$$

Nun ist:

$$vp+wq = (a^2-b^2)p+2abq = p(a^2-b^2+2q^2)$$
$$= p(p^2-q^2+\sin^2 e+2q^2)$$
$$= p(\sin^2 e+p^2+q^2)$$

und:

$$v^2+w^2 = (a^2+b^2)^2.$$

Digitized by Google

Folglich kommt:

119. $$J_R = \frac{p^2+q^2-2p\cos e(p^2+q^2+\sin^2 e)+(a^2+b^2)^2\cos^2 e}{p^2+q^2+2p\cos e(p^2+q^2+\sin^2 e)+(a^2+b^2)^2\cos^2 e}$$

und einfacher, wenn wiederum $J_R = \text{tang}\,(g-45^0)$ gesetzt wird:

120. $$\cot g = \frac{2p\cos e(\sin^2 e+p^2+q^2)}{p^2+q^2+(a^2+b^2)^2\cos^2 e}.$$

Ebenso ergibt sich diese Intensität aus Gl. 118_b zu:

$$J_R = \frac{[\text{tang}\, e\cot r-(a^2-b^2)]^2\cos^2 e+q^2(1-\sin 2e\cot r)^2}{[\text{tang}\, e\cot r+(a^2-b^2)]^2\cos^2 e+q^2(1+\sin 2e\cot r)^2}$$

welcher Ausdruck bei Beachtung der Gl. 108 insbesondere für die Incidenz des Polarisationswinkels ($e=P$) übergeht in:

121. $$J_R{}^P = \frac{q^2(\cos^2 2e+q^2\cos^2 e)}{(2\nu^2-q^2)^2\cos^2 e+q^2(1+2\sin^2 e)^2}.$$

Allgemein dagegen wandelt er sich um in:

$$J_R = \frac{[\sin(e-r)\cos(e+r)-q^2\cot e\sin^2 r]^2\sin^2 e+q^2\sin^4 r(1-\sin 2e\cot r)^2}{[\sin(e+r)\cos(e-r)-q^2\cot e\sin^2 r]^2\sin^2 e+p^2\sin^4 r(1+\sin 2e\cot r)^2}.$$

Und bei Ausführung der angedeuteten Quadrationen und Benutzung der identischen Gleichung:

$$q^2\sin^2 r[\sin^2 r(1\mp\sin 2e\cot r)^2-\sin 2e\sin(e\mp r)\cos(e\pm r)]$$
$$= q^2\sin^2 r[\cot^2 e\sin^2(e\mp r)+\cos^2(e\pm r)]\sin^2 e$$

gewinnt man daraus die endgültige Form:

122. $$J_R = \frac{\cos^2(e+r)+q^2\cot^2 e\sin^2 r}{\cos^2(e-r)+q^2\cot^2 e\sin^2 r}\,\frac{\sin^2(e-r)+q^2\sin^2 r}{\sin^2(e+r)+q^2\sin^2 r}.$$

Dieselbe stimmt wieder mit der von Beer gegebenen überein, wenn aus letzterer die auf die verschwindenden Strahlen bezüglichen Glieder fortgelassen werden.

Für den Phasenunterschied erhält man:

$$\text{tang}\,\chi_R = \frac{2(vq-wp)\cos e}{p^2+q^2-(a^2+b^2)^2\cos^2 e}.$$

Oder auch, da mittelst einer der obigen analogen Rechnung:

$$vq-wp = q\left(\sin^2 e-(p^2+q^2)\right)$$

gefunden wird:

Digitized by Google

123. $$\operatorname{tang}\chi_R = \frac{2\,q\cos e\left(\sin^2 e - (p^2+q^2)\right)}{p^2+q^2-(a^2+b^2)^2\cos^2 e}.$$

Wollte man dagegen r und ν einführen, so ergäbe sich der complicirte Ausdruck:

$$\operatorname{tang}\chi_R = \frac{2\,q\cos e\,(\sin^2 e\cos 2r + q^2\sin^2 r)}{\nu^2(\sin^2 e\cos^2 e - \sin^2 r\cos^2 r) - q^2(\sin^2 r - 2\sin^2 e\cos^2 e\cos 2r) + q^4\cos^2 e\sin^2 r}.$$

Was endlich das durchgehende Licht betrifft, so findet sich:

124. $$D = \frac{2\cos e\,(a + b\sqrt{-1})}{(p + \nu\cos e) + \sqrt{-1}\,(q + w\cos e)}$$

und daraus mittelst bekannter Transformation:

125. $$(J_D) = \frac{4\cos^2 e\,(a^2+b^2)}{p^2+q^2+2\,p\cos e\,(p^2+q^2+\sin^2 e)+(a^2+b^2)^2\cos^2 e}$$

$$\operatorname{tang}\chi_D = \frac{b\,[p - \cos e\,(a^2+b^2)] - a\,q}{a\,[p + \cos e\,(a^2+b^2)] + b\,q}$$

Wir führen noch neben (J_D) eine neue Grösse J_D ein, die definirt sei durch die Beziehung:

$$J_D = (J_D)\,\frac{p^2+q^2+\sin^2 e}{a^2+b^2}$$

und auf deren Bedeutung wir zurückkommen werden. Für diese folgt daher:

125b. $$J_D = \frac{4\cos^2 e\,(p^2+q^2+\sin^2 e)}{p^2+q^2+2\,p\cos e(p^2+q^2+\sin^2 e)+(a^2+b^2)^2\cos^2 e}$$

$$= \frac{1}{\nu^2}\,\frac{4\cos^2 e\sin^2 r\,(\nu^2+q^2)}{[\cos^2(e-r)+q^2\cot^2 e\sin^2 r]\,[\sin^2(e+r)+q^2\sin^2 r]}$$

Wird nunmehr das einfallende Licht unter dem Azimuth von 45° polarisirt gedacht und der reflectirte elliptisch schwingende Strahl der Prüfung unterworfen, so ist wieder das Verhältniss der wirklichen Amplitüden sowie die Differenz der oben betrachteten Phasenunterschiede festzustellen. Während nun jenes aus den schon gebildeten Ausdrücken ohne Weiteres abzuleiten ist, würde bezüglich der Gangunterschiede das gewöhnliche Verfahren zu Weiterungen führen, die sich folgendermaassen vermeiden lassen. Nach dem Vorgang von Eisenlohr setzen wir in der be-

Digitized by Google

züglichen, für neutrale Mittel geltenden Fresnel'schen Formel:

$$\frac{\cos(e + r)}{\cos(e - r)}$$

für cos r und sin r die Werthe:

$$\cos r = \frac{p + q\sqrt{-1}}{a + b\sqrt{-1}}, \quad \sin r = \frac{\sin e}{a + b\sqrt{-1}}.$$

Dieselbe wird dadurch:

126. $$\frac{R^p}{R^s} = \frac{(p \cos e - \sin^2 e) + \sqrt{-1}\, q \cos e}{(p \cos e + \sin^2 e) + \sqrt{-1}\, q \cos e},$$

und man erhält für den Quotienten des Quadrates der wirklichen Amplitüden:

127. $$\left(\frac{R_0^p}{R_0^s}\right)^2 = \tang^2 h = \frac{(p \cos e - \sin^2 e)^2 + q^2 \cos^2 e}{(p \cos e + \sin^2 e)^2 + q^2 \cos^2 e}$$

oder einfacher:

128. $$\cos 2h = \frac{2 p \cos e \sin^2 e}{(p^2 + q^2)\cos^2 e + \sin^4 e}.$$

Ersterer Ausdruck setzt sich bei Einführung von ν und r' (welches wieder unaccentuirt geschrieben werden soll) um in:

129. $$\frac{J_R^p}{J_R^s} = \frac{\cos^2(e + r) + q^2 \cot^2 e \sin^2 r}{\cos^2(e - r) + q^2 \cot^2 e \sin^2 r},$$

welch letzterer sich bei Ausführung der angedeuteten Division unmittelbar gefunden hätte.

Der jetzige Phasenunterschied, die Differenz der früheren, wird:

130. $$\tang d_R = \frac{2 q \cos e \sin^2 e}{(p^2 + q^2)\cos^2 e - \sin^4 e}$$
$$= \frac{1}{\nu^2} \frac{2 q \cos e \sin^2 e}{\cos(e - r)\cos(e + r) + q^2 \cot^2 e \sin^2 r}$$ [1])

---

1) Wäre insbesondere b und folglich auch q so klein, dass bereits das Quadrat desselben vernachlässigt werden dürfte, so liesse sich schreiben:

$$\tang d_R = \frac{b}{\nu^2} \frac{\sin 2e \sin e}{\cos(e - r)\cos(e + r)}.$$

Es würde dann der Gangunterschied der von Cauchy für die elliptisch polarisirenden durchsichtigen Mittel aufgestellten Forderung:

$$k = \varepsilon \sin e$$

absolut genau entsprechen. (Vergl. S. 48.)

Digitized by Google

Was ebenso das gebrochene Licht betrifft, so erfährt die entsprechende Fresnel'sche Formel:

$$\frac{1}{\cos(e-r)}$$

folgende Umbildung:

131. $$\frac{D^p}{D^s} = \frac{a + b\sqrt{-1}}{(p\cos e + \sin^2 e) + \sqrt{-1}\, q \cos e},$$

woraus:

$$\frac{(J_D{}^p)}{J_D{}^s} = \frac{a^2 + b^2}{(p\cos e + \sin^2 e)^2 + q^2\cos^2 e}$$

132. $$\tan d_D = \frac{b(p\cos e + \sin^2 e) - a\, q\cos e}{a(p\cos e + \sin^2 e) + b\, q\cos e}$$

$$= \frac{b\sin e\cos(e-r) - a\, q\cos e\sin r}{a\sin e\cos(e-r) + b\, q\cos e\sin r}.$$

Oder bei Einführung von $J_D{}^p$ (vergl. Gl. 125_b) statt $(J_D{}^p)$:

$$\frac{J_D{}^p}{J_D{}^s} = \frac{p^2 + q^2 + \sin^2 e}{(p\cos e + \sin^2 e)^2 + q^2\cos^2 e}$$

132^b. $$= \frac{1}{\nu^2}\,\frac{\nu^2 + q^2}{\cos^2(e-r) + q^2\cot^2 e\sin^2 r}.$$

Doch kehren wir einen Augenblick zu den Ausdrücken 128 und 130 für das reflectirte Licht zurück. Aus ihnen lassen sich Ausbreitungsgeschwindigkeit $\frac{1}{p}$ und „Extinctionscoefficient" q für eine beliebige Incidenz e, sobald nur die entsprechenden d und h bekannt sind, gesondert berechnen. Da die bezüglichen Operationen umständlich, aber ohne Schwierigkeit durchzuführen sind, so schreibe ich sofort die Resultate hin. Man findet:

133. $$p = \frac{\sin e\tan e\cos 2h}{1 - \cos d\sin 2h}$$

$$q = \frac{\sin e\tan e\sin d\sin 2h}{1 - \cos d\sin 2h},$$

woraus:

$$p^2 + q^2 = \sin^2 e\tan^2 e\,\frac{1 + \cos d\sin 2h}{1 - \cos d\sin 2h},\quad \frac{p}{q} = \sin d\tan 2h.$$

Und aus der Verbindung dieser Ausdrücke mit Gl. 107 und 104 erhält man unmittelbar die beiden charakteristischen Constanten a und b sowie das zugehörige ν.

Digitized by Google

Bezeichnen wir nun fortan den Haupteinfallswinkel, d. h. denjenigen, für welchen der Phasenunterschied des gespiegelten Lichtes $d_R = 90^0$ und der Gangunterschied $= \frac{\lambda}{4}$ wird, mit A und das zugehörige Hauptazimuth mit H, dann wird entsprechend:

134.
$$p_H = \sin A \tang A \cos 2H$$
$$q_H = \sin A \tang A \sin 2H$$
$$\frac{q_H}{p_H} = \tang 2H.$$

Nachdem so auch die Hauptincidenz definirt und in ihrer Beziehung zu den allgemeinen Variablen p und q festgestellt worden, dürfte es sich im Interesse der Uebersichtlichkeit empfehlen, auf die bisher gewonnenen Formeln einen kurzen Rückblick zu werfen und insbesondere die wichtigsten Specialfälle herauszuheben.

1) Für $e = o$ wird $\nu = p = a$, $q = b$ und daher:

$$J_R^s = J_R^p = \frac{(a-1)^2 + b^2}{(a+1)^2 + b^2}, \quad \tang \chi_R^s = \tang \chi_R^p = \frac{2b}{a^2 + b^2 - 1}$$

$$J_D^s = J_D^p = \frac{4}{(a+1)^2 + b^2}, \quad \tang \chi_D^s = \tang \chi_D^p = -\frac{b}{a+1}.$$

2) Für $e = A$ findet man bei Einführung von A und H:

$$J_R^s = \frac{\cos^4 A - 2 \sin^2 A \cos^2 A \cos 2H + \sin^4 A}{\cos^4 A + 2 \sin^2 A \cos^2 A \cos 2H + \sin^4 A}$$
$$\tang \chi_R^s = -\tfrac{1}{2} \sin 2A \tang 2A \sin 2H;$$
$$J_R^p = \frac{(a^2 + b^2)^2 + \tang^4 A (1 - 2 \cos 2H)}{(a^2 + b^2)^2 + \tang^4 A (1 + 2 \cos 2H)}$$
$$\tang \chi_R^p = \frac{2 \cos 2A \sin 2H}{1 - (a^2 + b^2)^2 \cot^4 A}.$$

Ferner:

$$J_D^s = \frac{4 \cos^4 A}{\cos^4 A + 2 \sin^2 A \cos^2 A \cos 2H + \sin^4 A}$$
$$\tang \chi_D^s = -\frac{\sin^2 A \sin 2H}{\cos^2 A + \sin^2 A \cos 2H};$$
$$J_D^p = \frac{4 \tang^2 A}{(a^2 + b^2)^2 + \tang^4 A (1 + 2 \cos 2H)}$$
$$\tang \chi_D^p = \frac{b[\sin^2 A \cos 2H - \cos^2 A (a^2 + b^2)] - a \sin^2 A \sin 2H}{a[\sin^2 A \cos 2H + \cos^2 A (a^2 + b^2)] + b \sin^2 A \sin 2H}$$

Digitized by Google

Selbstverständlich gehen für $b = H = 0$ alle diese Ausdrücke in die für den Polarisationswinkel der neutralen Mittel geltenden über. Dabei erhält freilich tang $\chi_R{}^p$ den unbestimmten Werth $\frac{0}{0}$.

Was andererseits die Incidenz des Polarisationswinkels betrifft, so behält dieselbe zwar für den II. Hauptfall ihre volle theoretische Bedeutung, indess werden die bezüglichen Ausdrücke zu complicirt, und tritt dieselbe daher besonders der experimentellen Forschung gegenüber völlig gegen den Hauptwinkel zurück.

3). Für $e = 90°$ wird:

$$J_R{}^s = J_R{}^p = 1, \quad \text{tang } \chi_R{}^s = \text{tang } \chi_R{}^p = 0$$
$$J_D{}^s = J_D{}^p = 0,$$

$$\text{tang } \chi_D{}^s = -\frac{q}{p} = -q \text{ tang } r, \quad \text{tang } \chi_D{}^p = \frac{b \cot r - a q}{a \cot r + b q},$$

so dass sich bei streifender Incidenz und zwar für reflectirtes Licht die Metalle verhalten wie die neutralen und elliptisch polarisirenden durchsichtigen Mittel, für gebrochenes Licht dagegen sich von letzteren dadurch unterscheiden, dass die Verzögerungen für beide Hauptfälle verschieden gross sind. Die Differenz derselben, der resultirende Phasenunterschied d_D, wird Gl. 132 zufolge:

$$\text{tang } d_D = \frac{b}{a}.$$

Die Kenntniss der Hauptincidenz in ihren Elementen A und H ermöglicht nun ferner die verhältnissmässig einfachste und sicherste numerische Bestimmung der beiden Constanten a und b der Metallreflexion.

Wegen Gl. 104, woraus:

$$p^2 - q^2 = a^2 - b^2 - \sin^2 A$$
$$= \sin^2 A \tan^2 A \cos 4 H,$$

ergibt sich nämlich zunächst für die Differenz der Quadrate von a und b:

135_a. $\quad a^2 - b^2 = \text{tang}^2 A (1 - 2 \sin^2 A \sin^2 2 H).$

Und da andererseits auch ihr Product:

135_b. $\quad 2 a b = \sin A \text{ tang } A \sin 4 H$

in A und H gegeben ist, so genügen diese Gleichungen zur Einzelberechnung von a und b.

Digitized by Google

Diese Berechnung lässt sich indess mit Hülfe folgender Entwicklung noch vereinfachen. Es ist:

$$\sin^2 e - (p^2 + q^2) = a^2 - b^2 - (p^2 - q^2) - (p^2 + q^2) = a^2 - b^2 - 2p^2$$

$$[\sin^2 e - (p^2 + q^2)]^2 = (a^2 - b^2)^2 - 4p^2(p^2 - q^2 + \sin^2 e) + 4p^4$$

$$= (a^2 + b^2)^2 - 4p^2 \sin^2 e$$

und analog:

$$[\sin^2 e + (p^2 + q^2)]^2 = (a^2 + b^2)^2 + 4q^2 \sin^2 e.$$

Folglich kommt:

$$\left(\frac{\sin^2 e - (p^2 + q^2)}{\sin^2 e + (p^2 + q^2)}\right)^2 = \frac{1 - 4p^2 \dfrac{\sin^2 e}{(a^2 + b^2)^2}}{1 + 4q^2 \dfrac{\sin^2 e}{(a^2 + b^2)^2}},$$

und da die linke Seite zufolge Gl. 134 für die Hauptincidenz $= \cos^2 2A$ wird, so gewinnt sich daraus ein Ausdruck für $a^2 + b^2$, und so berechnen sich a und b mittelst der beiden Beziehungen:

136.
$$a^2 - b^2 = \operatorname{tang}^2 A\,(1 - 2\sin^2 A \sin^2 2H)$$
$$a^2 + b^2 = \operatorname{tang}^2 A \sqrt{1 - \sin^2 2A \sin^2 2H}.$$

Wäre insbesondere (wie nahezu beim Silber) $H = 45^0$, so hätte man:

$$a^2 - b^2 = \operatorname{tang}^2 A \cos 2A$$
$$a^2 + b^2 = -\operatorname{tang}^2 A \cos 2A.$$

und daher $a = 0$. — Für Azimuthalwerthe $H = 45^0 \pm \beta$ bei gleichem A würden die entsprechenden a und b einander gleich.

Noch erwähne ich, dass aus den Gleichungen 103 und 133 sich ableitet:

$$\nu^2 = \sin^2 e \left(1 + \frac{\operatorname{tang}^2 e \cos^2 2h}{1 - \cos d \sin 2h)^2}\right).$$

Man hat also insbesondere für die Hauptincidenz, wenn das entsprechende Brechungsverhältniss mit N bezeichnet wird:

$$N^2 = \sin^2 A\,(1 + \operatorname{tang}^2 A \cos^2 2H),$$

oder auch:

137.
$$N^2 = \operatorname{tang}^2 A\,(1 - \sin^2 A \sin^2 2H)$$

als Analogon zum Brewster'schen Gesetze, das für $b = q = H = 0$, also für durchsichtige Mittel, mit diesem selbst zusammenfällt.

Digitized by Google

Was nun zum Schluss die bezüglichen, anders gebauten Formeln von Cauchy und Eisenlohr betrifft, so setzen dieselben:

138. $$a = \vartheta \cos \varepsilon, \quad b = \vartheta \sin \varepsilon.$$

Führt man ferner zwei neue Constanten c und u ein, die definirt sind durch die Beziehungen:

139. $$p = c\,\vartheta \cos(\varepsilon + u)$$
$$q = c\,\vartheta \sin(\varepsilon + u)$$
$$\frac{p}{q} = \operatorname{tang}(\varepsilon + u), \quad p^2 + q^2 = c^2 \vartheta^2,$$

also:

$$\cos(\varepsilon + u) = \frac{p}{\sqrt{p^2 + q^2}}, \quad \sin(\varepsilon + u) = \frac{q}{\sqrt{p^2 + p^2}},$$

so schliessen dieselben die folgenden Bedingungen in sich ein:

140. $$\frac{\cos(\varepsilon - u)}{\cos(\varepsilon + u)} = \frac{p^2 + q^2 + \sin^2 e}{\vartheta^2}$$
$$\frac{\sin(\varepsilon - u)}{\sin(\varepsilon + u)} = \frac{p^2 + q^2 - \sin^2 e}{\vartheta^2}$$

und folglich:

$$\frac{\operatorname{tang}(\varepsilon - u)}{\operatorname{tang}(\varepsilon + u)} = \frac{c^2 \vartheta^2 - \sin^2 e}{c^2 \vartheta^2 + \sin^2 e}.$$

In der That gehen die von uns für Intensität und Phasenunterschied des reflectirten Lichtes aufgestellten sechs Ausdrücke dadurch in nachstehende über:

Für den ersten Hauptfall:

141. $$\cot f = \cos(\varepsilon + u) \sin 2 \operatorname{arc\,tang}\left(\frac{\cos e}{c\,\vartheta}\right)$$
$$\operatorname{tang} \chi^s = \sin(\varepsilon + u) \operatorname{tang} 2 \operatorname{arc\,tang}\left(\frac{\cos e}{c\,\vartheta}\right)$$

und für den zweiten:

142. $$\cot g = \cos(\varepsilon - u) \sin 2 \operatorname{arc\,tang}\left(\frac{c}{\vartheta \cos e}\right)$$
$$\operatorname{tang} \chi^p = \sin(\varepsilon - u) \operatorname{tang} 2 \operatorname{arc\,tang}\left(\frac{c}{\vartheta \cos e}\right).$$

Analog endlich für die resultirende Welle:

143. $$\cos 2h = \cos(\varepsilon + u) \sin 2 \operatorname{arc\,tang}\left(\frac{\sin^2 e}{c\,\vartheta \cos e}\right)$$
$$\operatorname{tang} d_R = \sin(\varepsilon + u) \operatorname{tang} 2 \operatorname{arc\,tang}\left(\frac{\sin^2 e}{c\,\vartheta \cos e}\right).$$

Digitized by Google

Und da dieselben sich mit den Eisenlohr'schen decken, so können zwischen den beiderseitigen Ableitungen nirgends Widersprüche vorliegen, was allerdings bezüglich der Arbeit von Beer mehrfach der Fall ist.

Die eigentliche Bedeutung der neuen Constanten c und u ergibt sich aus der Gleichung:

$$\frac{\tan(\varepsilon-u)}{\tan(\varepsilon+u)}=\frac{\sin 2\varepsilon-\sin 2u}{\sin 2\varepsilon+\sin 2u}=\frac{c^2\vartheta^2-\sin^2 e}{c^2\vartheta^2+\sin^2 e}.$$

Man entwickelt daraus:

$$c^2\sin 2u=\frac{\sin 2\varepsilon\sin^2 e}{\vartheta^2}$$

$$c^2\cos 2u=1-\frac{\cos 2\varepsilon\sin^2 e}{\vartheta^2}$$

und daher weiter:

$$c^2(\cos 2u+\sqrt{-1}\sin 2u)=1-\sin^2 e\frac{(a^2-b^2-2ab\sqrt{-1})}{(a^2+b^2)^2}$$

$$c^2 e^{2u\sqrt{-1}}=1-\frac{\sin^2 e}{(a+b\sqrt{-1})^2}.$$

Es ist folglich, unter r den complexen Brechungswinkel verstanden:

$$\cos r=c\,e^{u\sqrt{-1}}=\frac{p+q\sqrt{-1}}{a+b\sqrt{-1}}.$$

Und so erhalten die Uebergangsbedingungen die Gestalt:

144.

$$\text{I.}\quad \begin{cases} 1+R=D \\ (1-R)\cos e=D\,c\,\vartheta\,e^{(\varepsilon+u)\sqrt{-1}} \end{cases}$$

$$\text{II.}\quad \begin{cases} (1-R)=D\,\vartheta\,e^{\varepsilon\sqrt{-1}} \\ (1+R)\cos e=D\,c\,e^{u\sqrt{-1}}, \end{cases}$$

die freilich das unmittelbare Verständniss des Inhalts beeinträchtigt.

Quincke[1]) gibt den beiden letzten der Cauchy-Eisenlohr'schen Gleichungen die Näherungsform:

---

1) Pogg. Ann. Bd. 128, S. 551.

Digitized by Google

145.
$$\cos 2h = \cos 2H \sin 2 \operatorname{arc\,tang} \frac{\sin e \operatorname{tang} e}{\sin A \operatorname{tang} A}$$
$$\operatorname{tang} d_R = \sin 2H \operatorname{tang} 2 \operatorname{arc\,tang} \frac{\sin e \operatorname{tang} e}{\sin A \operatorname{tang} A'}$$

indem er statt der variablen p und q die dem Haupteinfallswinkel entsprechenden einführt, also darin Grössen vernachlässigt, „die sich bei der Genauigkeit der angewandten Untersuchungsmethode nicht mehr feststellen lassen".

2. Theorie der Dioptrik der Metalle.

Ist schon im ersteren Theil die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes in Metallen als Function des Einfallswinkels mit Berücksichtigung einer Umformung, welche die Wirkung der Metalle als eine wesentlich „extinguirende" betrachtet, gewonnen worden, so gehen wir jetzt auf die Gränzbedingungen selbst zurück. Wir geben denselben die Form:

146.
$$1+R=D \qquad 1-R=D(a+b\sqrt{-1})$$
$$\text{I.}\quad 1-R=D\frac{p+q\sqrt{-1}}{\cos e} \qquad \text{II.}\quad 1+R=D\frac{1}{\cos e}\frac{p+q\sqrt{-1}}{a+b\sqrt{-1}}.$$

Was zunächst den I. Hauptfall betrifft, so zerfallen diese Gleichungen bei Einführung von:

$$R = R_1 + R_2\sqrt{-1}, \quad D = D_1 + D_2\sqrt{-1}$$

in die folgenden vier:

147.
$$1+R_1 = D_1 \qquad R_2 = D_2$$
$$1-R_1 = \frac{D_1 p - D_2 q}{\cos e} \qquad -R_2 = \frac{D_1 q + D_2 p}{\cos e},$$

Und wenn, wie früher:

$$R_1 = R_0 \cos \chi_R \qquad D_1 = D_0 \cos \chi_D$$
$$R_2 = R_0 \sin \chi_R \qquad D_2 = D_0 \sin \chi_D$$

gesetzt, mit $\cos\varphi$ multiplicirt und addirt wird, so fassen sich dieselben wieder in die beiden folgenden zusammen:

$$\cos\varphi + R_0\cos(\varphi-\chi_R) = D_0\cos(\varphi-\chi_D)$$

148.
$$\cos\varphi - R_0\cos(\varphi-\chi_R) = \frac{D_0}{\cos e}[p\cos(\varphi-\chi_D) + q\sin(\varphi-\chi_D)].$$

Das Product derselben, die Gleichung der augenblicklichen lebendigen Kräfte, wird:

Digitized by Google

$$\cos^2\varphi - R_0^2\cos^2(\varphi-\chi_R) = D_0^2\frac{\cos(\varphi-\chi_D)}{\cos e}\Big[p\cos(\varphi-\chi_D)+q\sin(\varphi-\chi_D)\Big]$$

148b.

$$= D_0^2\frac{p}{\cos e}\Big[\cos^2(\varphi-\chi_D)+\frac{q}{p}\sin(\varphi-\chi_D)\cos(\varphi-\chi_D)\Big].$$

Sie ist ihrer wesentlichen Form nach mit der entsprechenden Gleichung (55) der elliptisch polarisirenden Mittel identisch, und bleibt daher das S. 40 Gesagte auch hier anwendbar. Bestimmt man wieder durch Integration über die Zeit einer Schwingungsdauer die totalen, während derselben in Bewegung gesetzten Intensitäten, so erhält man hier wie dort:

149. $$1 - R_0^2 = \frac{p}{\cos e}D_0^2 = \frac{\nu\cos r}{\cos e}D_0^2 = \frac{m_D\,\nu^2}{m}D_0^2$$

oder:

$$1 - J_R = \frac{\mu_D}{\mu}J_D.$$

Diese Erwägungen sind freilich nicht geeignet, im Zähler des Verhältnisses $\frac{q}{p}$, dessen Analogon uns in Gleichung 55 als $\tang\eta\,(=\varkappa\tang r)$, d. h. als trigonometrische Tangente eines gewissen Phasenunterschiedes, entgegentrat, einen eigentlichen Absorptionscoefficienten vermuthen zu lassen. Spielte ja dort überhaupt $\varkappa$ eine ähnliche Rolle wie hier q.

Man kann übrigens die vorstehenden Gleichungen auch auf die Form bringen:

$$\cos\varphi + R_0\cos(\varphi-\chi_R) = D_0\cos(\varphi-\chi_D)$$

$$\cos\varphi - R_0\cos(\varphi-\chi_R) = D_0\frac{\sqrt{p^2+q^2}}{\cos e}\cos(\varphi-\chi_D-\varepsilon-u)$$

$$\cos^2\varphi - R_0^2\cos^2(\varphi-\chi_R) = D_0^2\frac{\sqrt{p^2+q^2}}{\cos e}\cos(\varphi-\chi_D)\cos(\varphi-\chi_D-\varepsilon-u),$$

wo ε und u die obigen Variablen von Eisenlohr sind, für welche:

$$\tang(\varepsilon+u) = \frac{q}{p}.$$

Was nun weiter den II. Hauptfall betrifft, so setze man zunächst zur Abkürzung:

Digitized by Google

$$\frac{p + q\sqrt{-1}}{a + b\sqrt{-1}} = c + d\sqrt{-1}.$$

Es haben dann c, resp. d die Werthe:

150. $$c = \frac{pa + qb}{a^2 + b^2}, \quad d = \frac{qa - pb}{a^2 + b^2}$$

und ist:

$$c^2 + d^2 = \frac{p^2 + q^2}{a^2 + b^2}.$$

Mit Rücksicht hierauf erhalten die obigen Uebergangsbedingungen ohne Weiteres die Form:

151.
$$\cos\varphi - R_0\cos(\varphi - \chi_R) = D_0\left[a\cos(\varphi - \chi_D) + b\sin(\varphi - \chi_D)\right]$$
$$\cos\varphi + R_0\cos(\varphi - \chi_R) = \frac{D_0}{\cos e}\left[c\cos(\varphi - \chi_D) + d\sin(\varphi - \chi_D)\right]$$
$$\cos^2\varphi - R_0^2\cos^2(\varphi - \chi_R) = \frac{D_0^2}{\cos e}\left[ac\cos^2(\varphi - \chi_D) + bd\sin^2(\varphi - \chi_D) + (bc + ad)\sin(\varphi - \chi_D)\cos(\varphi - \chi_D)\right].$$

Oder da:

$$ac - bd = p, \quad bc + ad = q,$$

so schreibt sich die rechte Seite der letzten Gleichung auch so:

$$D_0^2\frac{p}{\cos e}\left[\cos^2(\varphi - \chi_D) + \frac{q}{p}\sin(\varphi - \chi_D)\cos(\varphi - \chi_D) + \frac{b(qa - pb)}{p(a^2 + b^2)}\right];$$

sie unterscheidet sich folglich von der bezüglichen Gleichung des I. Hauptfalles durch das letzte, von der Zeit unabhängige Glied.

Dem entsprechend würden die totalen lebendigen Kräfte für den II. Hauptfall:

$$1 - R_0^2 = D_0^2\frac{ac + bd}{\cos e},$$

wofür man, da:

$$ac + bd = \frac{(a^2 - b^2)p + 2abq}{a^2 + b^2} = p\frac{a^2 - b^2 + 2q^2}{a^2 + b^2} = p\frac{p^2 + q^2 + \sin^2 e}{a^2 + b^2},$$

schreiben könnte:

$$1 - J_R = \frac{p}{\cos e}(J_D)\frac{\nu^2 + q^2}{a^2 + b^2} = \frac{p}{\cos e}(J_D)\sqrt{1 + \frac{4q^2\sin^2 e}{(a^2 + b^2)^2}}.$$

Stimmt nun freilich das hieraus folgende Verhältniss

Digitized by Google

$\frac{1-J_R}{(J_D)}$ mit den Ausdrücken 119 und 125 überein, so widerspricht es dem des I. Hauptfalles, d. h. der Gleichung 149, die wir als sonst allgemein, im Einklang mit der Entwickelung auf S. 11, auch hier für beide Hauptfälle [1]) in Anspruch nehmen. Wir werden demgemäss unter $(J_D) = D_0^2$ nur eine Hülfsgrösse, die scheinbare Intensität (resp. Amplitüde) zu verstehen haben und für die wirkliche Intensität, resp. Amplitüde setzen:

152. $$J_D = (J_D)\frac{p^2+q^2+\sin^2 e}{a^2+b^2} = D_0^2 = D_0^2\frac{ac+bd}{p},$$

so dass:

$$D_0 = D_0\sqrt{\frac{p}{ac+bd}}.$$

Wollte man endlich die Uebergangsbedingungen auf die Form bringen:

$$\cos\varphi - R_0\cos(\varphi-\chi_R) = D_0\sqrt{a^2+b^2}\cos(\varphi-\chi_D-\varepsilon)$$

$$\cos\varphi + R_0\cos(\varphi-\chi_R) = \frac{D_0}{\cos e}\sqrt{\frac{p^2+q^2}{a^2+b^2}}\cos(\varphi-\chi_D-u)$$

$$\cos^2\varphi - R_0^2\cos^2(\varphi-\chi_R) = D_0^2\frac{\sqrt{p^2+q^2}}{\cos e}\cos(\varphi-\chi_D-\varepsilon)\cos(\varphi-\chi_D-u)$$

$$\operatorname{tang}\varepsilon = \frac{b}{a}, \quad \operatorname{tang} u = d,$$

so würde zwar der constante Coefficient von D_0^2 für beide Hauptfälle gleich, aber zu irgend welchen Folgerungen wäre dieselbe absolut ungeeignet.

Bevor wir nun den charakteristischen Constanten a und b des metallischen Mittels vom Standpunkte der Theorie des Mitschwingens der ponderablen Theilchen die ihnen zukommende Deutung geben, erscheint es nothwendig, uns zuvor mit der Cauchy-Beer'schen Anschauung von der Extinction der Metalle und dem Coefficienten dieser Extinction definitiv auseinander zu setzen. Ich werde zu dem Ende beweisen:

---

1) Für die Vorgänge an der Hinterfläche (s. u.) verhalten sich dieselben wieder gleich.

Digitized by Google

1) dass zwar die Cauchy-Beer'sche Vorstellung wenigstens für den I. Hauptfall zu den richtigen Uebergangsbedingungen hinführt,

2) dass sie aber nichtsdestoweniger auf einer zu engen Interpretation der Schwingungsbewegung nach einer Sinussoide mit complexem Argument beruht, und dass sie

3) im Gegensatz zu dieser mit dem Princip der Erhaltung der Kraft in Widerspruch tritt.

Zum Beweise des ersten Punktes machen wir Gebrauch von den Cauchy'schen Gränzbedingungen (Gl. 19):

$$\varrho_E + \varrho_R = \varrho_D, \quad \frac{d\varrho_E}{dx} + \frac{d\varrho_R}{dx} = \frac{d\varrho_D}{dx}, \quad x = 0$$

und geben den drei Wellen, ähnlich wie Beer, die folgende Gestalt:

$$\varrho_E = \cos 2\pi\left(\frac{t}{T} - \Theta' + \frac{\delta_E}{\lambda}\right)$$

153. $$\varrho_R = R_0 \cos 2\pi\left(\frac{t}{T} - \Theta' + \frac{\delta_R}{\lambda} - \gamma_R\right)$$

$$\varrho_D = D_0\, e^{-\frac{2\pi}{\lambda} q x} \cos 2\pi\left(\frac{t}{T} - \Theta' + \frac{\delta_D}{\lambda'} - \gamma_D\right).$$

Man erhält alsdann nach Analogie von S. 9 für $x = 0$:

$$\cos 2\pi \frac{t'}{T} + R_0 \cos 2\pi\left(\frac{t'}{T} - \gamma_R\right) = D_0 \cos 2\pi\left(\frac{t'}{T} - \gamma_D\right)$$

$$\frac{\cos\alpha}{\lambda}\left[\sin 2\pi \frac{t'}{T} - R_0 \sin 2\pi\left(\frac{t'}{T} - \gamma_R\right)\right]$$

$$= D_0\left[\frac{\cos\alpha_D}{\lambda'} \sin 2\pi\left(\frac{t'}{T} - \gamma_D\right) + \frac{q}{\lambda} \cos 2\pi\left(\frac{t'}{T} - \gamma_D\right)\right],$$

wo noch zur Abkürzung $\frac{t}{T} - \Theta' = \frac{t'}{T}$ gesetzt ist. Macht man nun weiter:

$$\alpha = e, \quad \alpha_D = r, \quad \lambda = \nu\lambda', \quad 2\pi \frac{t'}{T} = \varphi, \quad 2\pi\gamma = \chi,$$

so werden diese Gleichungen in der That mit den Gleichungen 147 identisch.

Was sodann den zweiten Punkt betrifft, so gelangte man S. 69 von der Ausgangsgleichung 101:

$$\varrho = D \cos \frac{2\pi}{T}\left(t - \Theta + \frac{x p + y \sin e}{v} + x \frac{q}{v} \sqrt{-1}\right)$$

zwar auf vollkommen strengem Wege zur Modification derselben:

Digitized by Google

$$\varrho = \frac{D}{2}\left(e^{\frac{2\pi}{\lambda}qx} + e^{-\frac{2\pi}{\lambda}qx}\right)\cos\frac{2\pi}{T}\left(t - \Theta + \frac{xp + y\sin e}{v}\right)$$

$$+ \sqrt{-1}\,\frac{D}{2}\left(e^{\frac{2\pi}{\lambda}qx} - e^{-\frac{2\pi}{\lambda}qx}\right)\sin\frac{2\pi}{T}\left(t - \Theta + \frac{xp + y\sin e}{v}\right),$$

indess muss der von Beer gethane weitere Schritt, die Umformung derselben mittelst directer Anwendung der Fresnel'schen Regel, als willkürlich und als zu enge verworfen werden. Fasst man in der That die beiden Glieder dieses Ausdrucks nach bekanntem Verfahren in eine einzige Sinuscurve zusammen, indem man die Exponentialfunctionen zu den Amplitüden hinzuzieht, so erhält man ebenfalls streng richtig:

$$\frac{D}{2}\sqrt{\left(e^{\frac{2\pi}{\lambda}qx} + e^{-\frac{2\pi}{\lambda}qx}\right)^2 - \left(e^{\frac{2\pi}{\lambda}qx} - e^{-\frac{2\pi}{\lambda}qx}\right)^2}\cos\frac{2\pi}{T}\left(t' + \frac{xp + y\sin e}{v} - \Delta\right)$$

$$\tan\frac{2\pi}{T}\Delta = \sqrt{-1}\,\frac{e^{\frac{2\pi}{\lambda}qx} - e^{-\frac{2\pi}{\lambda}qx}}{e^{\frac{2\pi}{\lambda}qx} + e^{-\frac{2\pi}{\lambda}qx}}.$$

Nun ist aber der Wurzelwerth völlig unabhängig von qx, nämlich $=2$, und so lässt sich der Cauchy-Beer'schen Auffassung:

$$\varrho = D\,e^{\frac{2\pi}{\lambda}qx}\cos\frac{2\pi}{T}\left(t' + \frac{xp + y\sin e}{v}\right)$$

mit unbestreitbar grösserem Recht die folgende:

$$\varrho = D\cos\frac{2\pi}{T}\left\{t' + \frac{xp + y\sin e}{v} - \operatorname{arc\,tang}\left(\sqrt{-1}\,\frac{e^{\frac{2\pi}{\lambda}qx} - e^{-\frac{2\pi}{\lambda}qx}}{e^{\frac{2\pi}{\lambda}qx} + e^{-\frac{2\pi}{\lambda}qx}}\right)\right\}$$

entgegenstellen. Hier tritt aber an die Stelle einer Extinction eine constante Amplitüde, der sich eine Phasenverschiebung zuordnet, welche nach Ebenen, die der Trennungsfläche parallel sind, variiirt und allerdings wegen ihrer imaginären Beschaffenheit eine besondere Deutung erfordert.

Bekanntlich stellt sich Cauchy mit Umgehung des Princips der Erhaltung der lebendigen Kräfte ganz auf den einseitigen Standpunkt einer blossen geometrischen Continuität. Nun lässt sich aber im Einzelnen darthun, dass

Digitized by Google

bei gebührender Berücksichtigung des genannten Princips zwischen den Consequenzen der Gleichungen 101 und 101c ein unlösbarer Widerspruch zu Tage tritt.

Setzt man, um eine bestimmte Vorstellung zu haben, z. B. $e=0$, erhebt den Schwingungsausschlag ϱ der Gl. 101 ins Quadrat und integrirt für ein beliebiges x über die Zeit einer Schwingungsdauer, so erhält man nach Multiplication mit mn^2 die totale lebendige Kraft eines Volumelementes von der Lage x. Diese letztere ist aber unabhängig von x, und sonach eine, wenn auch complexe, so doch absolut constante Grösse. Es ist eben diejenige lebendige Kraft, die während der Zeit T von aussen her eintritt und durch den Punkt x hindurchgeht. Dieser nämliche Betrag muss sich dann auch für einen einzelnen Moment auf einer beliebig gelegenen Strecke $\lambda_1 = \frac{\lambda}{n} = \frac{\lambda}{a + b\sqrt{-1}}$ ausgebreitet vorfinden, sofern sich für die Einheit der Wellenbreite die äquivalenten Räume verhalten wie die Wellenlängen. Kurz, Gl. 101 zufolge verhalten sich die Metalle bezüglich der totalen lebendigen Kraft genau wie die behandelten beiden Klassen der durchsichtigen Mittel. Wie übrigens dieser Forderung auch mit Umgehung des Imaginären entsprochen werden kann, wird jetzt nach Aufstellung der Beziehungen 148 und 151 wohl kaum noch Schwierigkeiten unterliegen.

Führt man dagegen die entsprechenden beiden Integrationen mit Gleichung 101c aus, so wird die totale lebendige Kraft eine Function der Lage x. Dabei stösst man noch auf eine neue eigenthümliche Schwierigkeit. Die elliptische Polarisation der metallischen Mittel ist nämlich zufolge Abschnitt F für die verschiedenen Substanzen (besser gesagt: Wellenlängen) bald positiv, bald negativ, die zugehörige oscillatorische Bewegung also bald rechts-, bald linksläufig, und der Uebergang von der einen zur andern durch den Zeichenwechsel von q oder b (wie bei den activen durchsichtigen Mitteln durch den von ε) bedingt. Dem entsprechend müsste es nach Cauchy Mittel geben, für welche die Schwingungsweite der oscillirenden Theilchen mit ihrer Entfernung von der Trennungsfläche entweder abnimmt oder zunimmt. Und während für die erstere Klasse in

Digitized by Google

unendlicher Entfernung von derselben überhaupt keine Lichtschwingungen bestehen könnten, erlangten diese für die andere Klasse unendlich grosse Amplituden.

Man könnte freilich diese Ausschläge sowie die vorhin berechnete totale lebendige Kraft auf die Aethertheilchen allein beziehen, und die Differenz zwischen dem, was dem Princip der Erhaltung der Kraft zufolge constant bleiben soll, und dieser berechneten Grösse der Einwirkung der Körpertheilchen zur Last legen. Dabei müsste gedachtes Princip in generellster Weise zugestanden werden, so dass sich für das Innere in jedem Querschnitt Aetherschwingungen in Körperschwingungen, Licht in Wärme u. s. w. umsetzen und verwandeln können. Würden so für ein negatives q die Aetherschwingungen nach und nach gedämpft und ihre Energie an den ponderablen Theil des dioptrischen Aggregates abtreten, so würden umgekehrt für ein positives q die Körpertheilchen Kraft abgeben und die Aethertheilchen dieselbe aufnehmen. Im ersteren Fall könnte das eine Erwärmung, im zweiten eine Erkältung des Gesammtmittels selbst zur Folge haben, oder wenn dieselbe Substanz gewisse Schwingungen nach Art des Glases, gewisse andere nach Art der Metalle reflectirte und durchliesse, so könnten bei gemeinsamem Auffallen beider im Innern des Mittels jene ersteren durch die letzteren verstärkt oder geschwächt werden.

Indess wie man sich auch die Sache zurechtlegt, theoretisch bleibt jede derartige Erklärung unbefriedigend, und bleibt stets die Nothwendigkeit bestehen, bei positivem q eine, wenn auch nicht unendliche, so doch mächtig angeschwollene lebendige Kraft durch Aufbietung einer zweiten negativen lebendigen Kraft auf das von aussen gegebene constante Maass zurückbringen zu müssen.

Wenn so Cauchy und mit ihm Beer und wohl die meisten der späteren Bearbeiter der Metallreflexion [1]) die

---

1) Vom älteren Neumann liegen wohl Formeln vor, die nach Jochmann (Pogg. Ann. Bd. 186, S. 561) gewisse Quincke'sche Interferenzerscheinungen ebensogut darstellen wie die von Cauchy,

Digitized by Google

in das Metall eindringende Wellenbewegung schon in der unmittelbaren Nähe der Gränzschichten ausgelöscht werden lassen, so geben sie die lebendige Kraft derselben von vornherein verloren. Und wenn man trotzdem fortfährt, die von Fresnel für die elastischen durchsichtigen Mittel aufgestellten Intensitätsformeln auf die zu unelastischen Massen gemachten Metalle zu übertragen, so vermissen wir dabei die Consequenz.

Unsererseits werden wir im Folgenden die Metalle als ebenso elastisch ansehen wie beispielsweise ein Stück Glas oder wie eine Schicht einer wasserhellen Flüssigkeit. Und wenn wir die Metalle als durch den complexen Brechungsindex:

$$n = a + b\sqrt{-1}$$

charakterisirt wissen wollen, so acceptiren wir zugleich auch alle Folgerungen aus dieser Anschauung, wie etwa die theoretische Möglichkeit einer inneren Reflexion und eines Austrittes der Welle nach zweimaliger Brechung aus einer beliebig dicken (planparallelen) Platte u. s. w., Erscheinungen, deren mathematische Seite nach wie vor durch die beiden Gleichungen:

$$R_1 = -R, \quad D D_1 = 1 - R^2$$

ausgedrückt wird. Dabei halten wir selbstverständlich bei dem Gedanken an die Erhaltung einer von aussen gegebenen lebendigen Kraft im Innern eines Metalles auch die Vorstellung einer Umwandlung ihrer ursprünglichen Schwingungsform in eine beliebige andere aufrecht, wie man das ja auch bei durchsichtigen Mitteln zu thun gezwungen ist. Und eben in der Leichtigkeit, mit der sich diese Umwandlung in der metallischen Gränzschicht in Folge einer durch ungleichphasiges Zusammenschwingen von Aether- und Körpertheilchen sich entwickelnden Reibung vollzieht, erblicken wir den einzigen durchschlagenden Unterschied zwischen Metallen und durchsichtigen Mitteln.

Dies vorausgesetzt, thun wir jetzt denjenigen Schritt,

---

aber Neumann hat die Begründung derselben bisher nirgendwo veröffentlicht.

Digitized by Google

der zum vollen Abschluss der Theorie der Metallreflexion nothwendig ist, den aber Cauchy um desshalb nicht thun konnte, weil er die Mitschwingungen der Körpertheilchen ignorirte. Setzte Cauchy das Brechungsverhältniss der Metalle in seiner doppelten Eigenschaft als Verhältniss der Sinus des Einfalls- und Brechungswinkels sowie als Verhältniss der äusseren und inneren Fortpflanzungsgeschwindigkeiten complex, so setzen wir nunmehr auch die aus ihm zu bildende brechende Kraft (n^2-1) als das Verhältniss der lebendigen Kräfte der Körper- und Aethertheilchen gleichzeitig complex. Wir haben sonach nicht bloss:

154. $$n=\frac{\sin e}{\sin r}=\frac{v}{\omega}=a+b\sqrt{-1}$$

sondern auch:

155. $$n^2-1=\frac{m'D'^2}{mD^2}=a^2-b^2-1+2ab\sqrt{-1}.$$

Wird nun, wie wir gesehen, D complex, so zugleich auch D', und daher werden wir schreiben können:

$$D=D_1+D_2\sqrt{-1}$$
$$D'=D'_1+D'_2\sqrt{-1},$$

so dass kommt:

$$n^2-1=\frac{m'}{m}\frac{(D'_1+D'_2\sqrt{-1})^2}{(D_1+D_2\sqrt{-1})^2}.$$

Setzen wir nun zur Abkürzung einen Augenblick:

$$n^2-1=\varsigma\frac{r'+s'\sqrt{-1}}{r+s\sqrt{-1}}=\varsigma\frac{(r'r+s's)+\sqrt{-1}(s'r-r's)}{r^2+s^2},$$

folglich:

$$r'=D'^2_1-D'^2_2, \qquad s'=2D'_1D'_2,$$
$$r=D_1^2-D_2^2, \qquad s=2D_1D_2,$$

so ergibt sich aus der Identificirung mit Gleichung 155:

$$a^2-b^2-1=\varsigma\frac{r'r+s's}{r^2+s^2}$$
$$=\frac{m'}{m}\frac{(D'^2_1-D'^2_2)(D_1^2-D_2^2)+4D'_1D'_2D_1D_2)}{(D_1^2+D_2^2)^2}$$
$$2ab=\varsigma\frac{s'r-r's}{r^2+s^2}$$
$$=2\frac{m'}{m}\frac{D'_1D'_2(D_1^2-D_2^2)-D_1D_2(D'^2_1-D'^2_2)}{(D_1^2+D_2^2)^2}$$

Digitized by Google

Oder auch nach leichter Umformung:

$$a^2 - b^2 - 1 = \frac{m'}{m} \frac{(D'_1 D_1 + D'_2 D_2)^2 - (D'_2 D_1 - D'_1 D_2)^2}{(D_1^2 + D_2^2)^2}$$

$$a b = \frac{m'}{m} \frac{(D'_1 D_1 + D'_2 D_2)(D'_2 D_1 - D'_1 D_2)}{(D_1^2 + D_2^2)^2}.$$

Kommt nun den Schwingungen der Aethertheilchen als Bestandtheilen der in das Innere eintretenden Welle eine Phasenverschiebung $\chi_D = \chi$ zu, und war man berechtigt zu schreiben:

$$D_1 = D_0 \cos\chi, \quad D_2 = D_0 \sin\chi.$$

so wird man mit demselben Rechte den Schwingungen der Körpertheilchen eine gewisse, ihnen entsprechende Phasenverschiebung $\chi'_D = \chi'$ zulegen und analog schreiben dürfen:

$$D'_1 = D'_0 \cos\chi', \quad D'_2 = D'_0 \sin\chi'.$$

Man erhält so definitiv:

156.
$$a^2 - b^2 - 1 = \frac{m' D'^2_0}{m D_0^2} \cos 2(\chi' - \chi)$$
$$2 a b = \frac{m' D'^2_0}{m D_0^2} \sin 2(\chi' - \chi).$$

Es charakterisirt sich folglich die Lichtbewegung in Metallen, resp. in metallischen Gränzschichten, dadurch, dass die Schwingungen der Körper- und Aethertheilchen in ihren Phasen gegen einander verschoben sind. Und da $\chi' - \chi$ und $\frac{m' D'^2_0}{m D_0^2}$ zugleich mit dem Brechungsindex n gegeben sind, so sind beide für das bezügliche Metall specifische Constanten. Man findet:

157.
$$\operatorname{tang} 2(\chi' - \chi) = \frac{2 a b}{a^2 - b^2 - 1}$$
$$\frac{m' D'^2_0}{m D_0^2} = \sqrt{(a^2 - b^2 - 1)^2 + 4 a^2 b^2}.$$

Weiter ergibt sich:

$$(a^2 + b^2)^2 = 1 + 2 \frac{m' D'^2_0}{m D_0^2} \cos 2(\chi' - \chi) + \left(\frac{m' D'^2_0}{m D_0^2}\right)^2,$$

und da sich schreiben lässt:

Digitized by Google

$$a^2 = \tfrac{1}{2}(a^2 - b^2) + \tfrac{1}{2}(a^2 + b^2),$$

so kommt:

$$a^2 = \frac{1}{2}\,\chi$$

158. $$\left\{1 + \frac{m' D_0'^2}{m D_0^2}\cos 2(\chi' - \chi) + \sqrt{1 + 2\frac{m' D_0'^2}{m D_0^2}\cos 2(\chi' - \chi) + \left(\frac{m' D_0'^2}{m D_0^2}\right)^2}\right\}$$

$$b = \frac{1}{2a}\,\frac{m' D_0'^2}{m D_0^2}\sin 2(\chi' - \chi).$$

Hiernach lassen sich für einige wichtigere Specialfälle die einander entsprechenden Werthe von $\chi' - \chi$, a und b zu folgender Tabelle zusammenstellen:

$\chi' - \chi$	$2(\chi' - \chi)$	a^2	b
0,	0,	$1 + \frac{m' D_0'^2}{m D_0^2}$,	0
$\frac{\pi}{4}$,	$\frac{\pi}{2}$,	$\frac{1}{2}\left(1 + \sqrt{1 + \frac{m'^2 D_0'^4}{m^2 D_0^4}}\right)$,	$\frac{1}{2a}\,\frac{m' D_0'^2}{m D_0^2}$
$\frac{\pi}{2}$,	π,	$1 - \frac{m' D_0'^2}{m D_0^2}$,	0
$\frac{3\pi}{4}$,	$\frac{3\pi}{2}$,	$\frac{1}{2}\left(1 + \sqrt{1 + \frac{m'^2 D_0'^4}{m^2 D_0^4}}\right)$,	$-\frac{1}{2a}\,\frac{m' D_0'^2}{m D_0^2}$
π,	2π,	$1 + \frac{m' D_0'^2}{m D_0^2}$,	0.

Während a von $\chi' - \chi = 0$ an bis $\chi' - \chi = \frac{\pi}{2}$ fortwährend abnimmt und sogar für letzteren Werth kleiner wird als 1, nimmt b während der ersten Hälfte dieses Intervalles zu, während der zweiten wieder ab. a steigt dann zwischen $\chi' - \chi = \frac{\pi}{2}$ und $= \pi$ wieder an, dagegen wechseln die Werthe von b ihr Vorzeichen. Wäre noch insbesondere $a = 0$, so hätte das zur Folge:

$$\operatorname{tang} 2(\chi' - \chi) = 0, \quad \frac{m' D_0'^2}{m D_0^2} = \pm (b^2 + 1).$$

Während endlich für $\chi' - \chi = 0$ metallische und durchsichtige Mittel zusammenfallen, so werden doch die Fresnel'schen Intensitätsformeln, die nur b=0 voraussetzen, auch für die denkbaren Fälle $\chi' - \chi = \frac{\pi}{2}$, $= \pi$ .... ihre Gültigkeit bewahren.

Digitized by Google

Nachdem so die beiden Constanten a und b des Brechungsindex n rationell erklärt sind, lassen sich weiter die Coefficienten p, q und das variable Brechungsverhältniss ν, sowie endlich die Functionen c, d (S. 86) auf dieselben zurückführen.

Man erhält nämlich zufolge Gl. 104, 105 und 108:

$$p^2 = \frac{1}{2}\left\{\frac{m'D'_0{}^2}{mD_0{}^2}\cos 2(\chi'-\chi) + \cos^2 e + \right.$$

159. $$\left.\sqrt{\frac{m'^2D'_0{}^4}{m^2D_0{}^4} + 2\frac{m'D'_0{}^2}{mD_0{}^2}\cos 2(\chi'-\chi)\cos^2 e + \cos^4 e}\right\},$$

$$q = \frac{1}{2p}\frac{m'D'_0{}^2}{mD_0{}^2}\sin 2(\chi'-\chi).$$

$$\nu^2 - 1 = \frac{1}{2}\left\{\frac{m'D'_0{}^2}{mD_0{}^2}\cos 2(\chi'-\chi) - \cos^2 e + \right.$$

160. $$\left.\sqrt{\frac{m'^2D'_0{}^4}{m^2D_0{}^4} + 2\frac{m'D'_0{}^2}{mD_0{}^2}\cos 2(\chi'-\chi)\cos^2 e + \cos^4 e}\right\}$$

sowie:

161. $$c = \frac{p}{a}\frac{a^2+q^2}{a^2+b^2},\quad d = \frac{q}{a}\frac{a^2-p^2}{a^2+b^2}.$$

Aus der allgemeinen Gleichung für ν oder auch aus der Verbindung der Gl. 111 und 156 zieht man den Schluss, dass die Fortpflanzungsgeschwindigkeit unter die Einheit herabsinkt, dass also das Licht sich in den Metallen (resp. metallischen Gränzschichten) rascher fortpflanzt als im Weltäther, wenn $\chi'-\chi$ durch den Werth hindurchgeht:

$$\sin 2(\chi'-\chi)\,\mathrm{tang}\,2(\chi'-\chi) = -4\cos^2 e\,\frac{mD_0{}^2}{m'D'_0{}^2}.$$

Die vorstehend erhaltenen Ausdrücke sind viel zu complicirt, als dass man bei directer Einführung derselben in die Gränzgleichungen zu einem unmittelbaren Einblick in die betreffenden Vorgänge gelangen könnte. Fasst man dagegen den besonderen Fall ins Auge, dass die specifisch metallische Wirkung eines Mittels als sehr klein vorausgesetzt werden darf, so ist immerhin eine Vereinfachung möglich.

Digitized by Google

Dürfen in der That schon die zweiten Potenzen von $\sin 2(\chi' - \chi)$ vernachlässigt werden, so erhält man der Reihe nach, wenn noch zur Abkürzung $\chi' - \chi = \Delta$ geschrieben wird:

$$a = \nu = \sqrt{1 + \frac{m' D'_0{}^2}{m D_0{}^2}}, \quad b = \frac{\frac{m' D'_0{}^2}{m D_0{}^2}\Delta}{\sqrt{1 + \frac{m' D'_0{}^2}{m D_0{}^2}}}$$

162. $$\frac{b}{a} = \frac{m' D'_0{}^2}{m D_0{}^2 + m' D'_0{}^2}\Delta = \frac{\nu^2 - 1}{\nu^2}\Delta$$

$$p = \nu \cos r = \sqrt{\nu^2 - \sin^2 e} = \sqrt{\frac{m' D'_0{}^2}{m D_0{}^2} + \cos^2 e}, \quad q = \frac{\frac{m' D'_0{}^2}{m D_0{}^2}\Delta}{\sqrt{\frac{m' D'_0{}^2}{m D_0{}^2} + \cos^2 e}}$$

$$\frac{q}{p} = \frac{m' D'_0{}^2}{m D_0{}^2 \cos^2 e + m' D'_0{}^2}\Delta = \frac{\nu^2 - 1}{\nu^2 - \sin^2 e}\Delta.$$

$$c = \frac{p}{a} = \cos r = \frac{\sqrt{\cos^2 e + \frac{m' D'_0{}^2}{m D_0{}^2}}}{\sqrt{1 + \frac{m' D'_0{}^2}{m D_0{}^2}}}, \quad d = \frac{b(a^2 - p^2)}{p a^2} = \frac{a b \sin^2 r}{\nu^2 \cos r}$$

$$\frac{d}{c} = \frac{m' D'_0{}^2}{m D_0{}^2 + m' D'_0{}^2} \tan g^2 r \Delta = \frac{\nu^2 - 1}{\nu^2} \tan g^2 r \Delta.$$

Da endlich $b\,d$ eine kleine Grösse zweiter Ordnung wird, so fallen D_0 und D_0 zusammen.

Setzt man diese Ausdrücke in die Uebergangsbedingungen (Gl. 147 und 151) und beachtet, dass man wegen der Kleinheit von Δ schreiben kann:

$\cos(\varphi - \chi) + Q \sin(\varphi - \chi)\Delta = (1 - Q)\cos(\varphi - \chi) + Q \cos(\varphi - \chi - \Delta)$,

so erhalten dieselben die Form:

I. Hauptfall.

$$\cos \varphi + R_0 \cos(\varphi - \chi_R) = D_0 \cos(\varphi - \chi_D)$$

$$\cos \varphi - R_0 \cos(\varphi - \chi_R) = D_0 \frac{\nu \cos r}{\cos e} \times$$

163. $$\left[\left(1 - \frac{\nu^2 - 1}{\nu^2 - \sin^2 e}\right)\cos(\varphi - \chi_D) + \frac{\nu^2 - 1}{\nu^2 - \sin^2 e}\cos(\varphi - \chi_D - \Delta)\right]$$

$$m_R [\cos^2 \varphi - R_0{}^2 \cos^2(\varphi - \chi_R)] = m_D \nu^2 D_0{}^2 \cos(\varphi - \chi_D) \times$$

$$\left[\left(1 - \frac{\nu^2 - 1}{\nu^2 - \sin^2 e}\right)\cos(\varphi - \chi_D) + \frac{\nu^2 - 1}{\nu^2 - \sin^2 e}\cos(\varphi - \chi_D - \Delta)\right].$$

Digitized by Google

II. Hauptfall.

$$\cos\varphi - R_0\cos(\varphi - \chi_R) = D_0\,\nu \times$$
$$\left[\left(1-\frac{\nu^2-1}{\nu^2}\right)\cos(\varphi-\chi_D) + \frac{\nu^2-1}{\nu^2}\cos(\varphi-\chi_D-\Delta)\right]$$

164.
$$\cos\varphi + R_0\cos(\varphi-\chi_R) = D_0\frac{\cos r}{\cos e} \times$$
$$\left[\left(1-\frac{\nu^2-1}{\nu^2}\tan g^2 r\right)\cos(\varphi-\chi_D)+\frac{\nu^2-1}{\nu^2}\tan g^2 r\cos(\varphi-\chi_D-\Delta)\right]$$
$$m_E\left[\cos^2\varphi - R_0^2\cos^2(\varphi-\chi_R)\right] = m_D\,\nu^2\,D_0^2 \times$$
$$\left[\left(1-\frac{\nu^2-1}{\nu^2}\right)\cos(\varphi-\chi_D)+\frac{\nu^2-1}{\nu^2}\cos(\varphi-\chi_D-\Delta)\right] \times$$
$$\left[\left(1-\frac{\nu^2-1}{\nu^2}\tan g^2 r\right)\cos(\varphi-\chi_D)+\frac{\nu^2-1}{\nu^2}\tan g^2 r\cos(\varphi-\chi_D-\Delta)\right]^{1)}.$$

Und was insbesondere die beiden Gleichungen der lebendigen Kräfte betrifft, so gewinnen dieselben durch Einführung der bezüglichen Massen m, m' und der Amplitüde D'$_0$ der Körpertheilchen die endgültige Gestalt:

I. Hauptfall.

165$_a$.
$$m_E\left[\cos^2\varphi - R_0^2\cos^2(\varphi-\chi_R)\right] = (m_D D_0^2 + m'_D D'^2_0)\cos(\varphi-\chi_D) \times$$
$$\left[\left(1-\frac{m'D'^2_0}{mD_0^2\cos^2 e + m'D'^2_0}\right)\cos(\varphi-\chi_D)+\frac{m'D'^2_0}{mD_0^2\cos^2 e+m'D'^2_0}\cos(\varphi-\chi_D-\Delta)\right.$$

II. Hauptfall.

$$m_E\left[\cos^2\varphi - R_0^2\cos^2(\varphi-\chi_R)\right] = \left[m_D D_0^2\cos(\varphi-\chi_D)+m'_D D'^2_0\cos(\varphi-\chi_D-\Delta)\right]$$

165$_b$.
$$\left[\left(1-\frac{m'D'^2_0\tan g^2 r}{mD_0^2+m'D'^2_0}\right)\cos(\varphi-\chi_D)+\frac{m'D'^2_0\tan g^2 r}{mD_0^2+m'D'^2_0}\cos(\varphi-\chi_D-\Delta)\right]$$

Während indess die entsprechenden Gleichungen der neutralen durchsichtigen Mittel für alle Punkte im Innern, die um eine beliebige ganze Anzahl der bezüglichen Wellenlängen von einander abstehen, erfüllt blieben, wird hier

---

1) Man wird bemerken, dass der Coefficient $\frac{\nu^2-1}{\nu^2}$ kein anderer ist, als der Entrainirungscoefficient Fresnel's für bewegte Mittel. In der That leitet sich auch dieser (Astr. Undulationstheorie S. 197) ab aus der Nichtübereinstimmung der Schwingungsperiode der ruhenden intermolekularen Aethertheilchen und der sich bewegenden Körpertheilchen, für welche letzteren dieselbe dem Dopplerschen Princip entsprechend modificirt wird.

Digitized by Google

ohne Zweifel nach Analogie der activen durchsichtigen Mittel die Unregelmässigkeit der Gränzbewegung nach und nach vor der gewöhnlichen pendelartig einfachen Schwingungsform zurücktreten, die dann das ganze Innere hindurch bestehen bleibt. Es fragt sich dabei nur noch, ob zugleich die anfängliche Phasendifferenz zwischen Aether- und Körpertheilchen sich selbständig erhält oder auch ihrerseits mit grösser werdendem Abstande von der Trennungsfläche verschwindet.

Wenn man bedenkt, dass im Unterschiede zu den durchsichtigen Mitteln, bei denen n und sonach auch $n \cos r\ (= p)$ absolut constant und nur $\varkappa$ als von x abhängig betrachtet wurde, bei den Metallen sowohl p als q Functionen des nämlichen Unterschiedes $\chi' - \chi$ sind, und dass z. B. der Forderung eines allmäligen Verschwindens von q in Gl. 147b nur dadurch entsprochen werden kann, dass in Ausdruck 159 gesetzt wird:

166. $$\sin 2(\chi' - \chi) = e^{-f^2 x} \sin 2(\chi' - \chi)_0,$$

so wird damit offenbar allgemein χ' eine Function von x, die den schliesslichen Gränzwerth $\chi' = \chi$ verlangt. Es hat daher nicht bloss in dem vorhin betrachteten schwach metallischen Mittel die augenblickliche Intensität eines Metalltheilchens (m, m') von der Lage δ etwa bei senkrechter Incidenz die Oscillationsform:

167. $$L = mD_0^2 \cos^2\left[\frac{2\pi}{T}\left(t' + \frac{\delta}{\omega}\right) - \chi\right] + m'D'^2_0 \cos^2\left[\frac{2\pi}{T}\left(t' + \frac{\delta}{\omega}\right) - \chi'\right]$$
$$- m'D'^2_0 (\chi' - \chi) \sin\left[\frac{2\pi}{T}\left(t' + \frac{\delta}{\omega}\right) - \chi'\right] \cos\left[\frac{2\pi}{T}\left(t' + \frac{\delta}{\omega}\right) - \chi'\right]$$

$$\chi' = \chi + \Delta_0 e^{-f^2 x}\ ^{1}),$$

so dass in einiger Tiefe sowohl das fremdartige letzte Glied vernichtet, als auch die Identität der Phasen der beiden ersteren herbeigeführt wird, sondern es geht überhaupt die Exponentialfunction $e^{-f^2 x}$ in die sämmtlichen

---

1) Definiren wir f^2 als Extinctionscoefficienten, so unterscheidet sich derselbe von dem gleichnamigen Coefficienten Cauchy's dadurch, dass dieser nach und nach eine Unregelmässigkeit der

Digitized by Google

Ausdrücke q, d, b und p, c, a, ν, soweit dieselben als Bestimmungsstücke der in das Innere eintretenden lebendigen Kraft in den letzten der Gleichungen 147 und 151 in Betracht kommen, ein und macht sie dadurch für alle einzelnen einander folgenden Gränzschichten verschieden. Es variiren daher alle diese Grössen zwischen zwei bestimmten Gränzwerthen, einem ersten für $x = 0$, für den wir die obige Bezeichnung beibehalten wollen, und einem zweiten für $x = \infty$, der resp. durch q, b, b und p, c, a, n vorgestellt werde. Für diese innere Gränze findet man:

168. $$q = b = b = 0$$

$$a = n = \sqrt{\frac{m' D'_0{}^2}{m D_0{}^2} + 1},\quad p = \sqrt{\frac{m' D'_0{}^2}{m D_0{}^2} + \cos^2 e} = \sqrt{n^2 - \sin^2 e},$$

$$c = \frac{p}{n} = \sqrt{1 - \frac{\sin^2 e}{n^2}}.$$

Kurz die Brechung durch alle einzelnen dieser parallelen Oberflächenschichten erfolgt, was Richtung angeht, so, als ob dieselben gar nicht vorhanden wären und der Eintritt der Welle in das innere Metall nach dem Gesetze: $n = \frac{\sin e}{\sin r}$ vor sich ginge.

Damit indess, conform der Entwicklung auf S. 90, bei diesem Durchwandern der Gränzschichten die gesammte Intensität erhalten werde, dazu ist nothwendig, dass:

$$\frac{\mu_D}{\mu} D_0^2 = \frac{p}{\cos e} D_0^2 = \frac{p}{\cos e} \mathfrak{D}_0^2,$$

folglich:

169. $$\frac{p}{p} = \frac{D_0^2}{\mathfrak{D}_0^2},$$

wenn nämlich $\mathfrak{D}_0$ die Amplitüde der Aethertheilchen im Innern bedeutet.

Damit erscheint denn schliesslich:

170. $$\frac{m' D'_0{}^2}{m D_0{}^2} = n^2 - 1 = \sqrt{(a^2 - b^2 - 1)^2 + 4 a^2 b^2}$$

Schwingungsbewegung vernichtet, während jener die Oscillationen als solche auslöscht.

Digitized by Google

definirt als die brechende Kraft des metallischen Innern, und wir können nunmehr die gewonnenen Resultate zu folgendem Satze zusammenfassen:

Wofern nicht bei unserer Schlussfolge etwas Wesentliches übersehen ist, so verhalten sich die Metalle in ihrem Innern (mit Abrechnung eines verschiedenen Dispersionsgesetzes, worüber Näheres unter F) genau wie durchsichtige Mittel, und sind in beiden die Oscillationen der Aether- und Körpertheilchen gleichphasige Sinussoiden.

Die Erscheinungen der Metallreflexion sind daher lediglich die Folge einer elliptish polarisirenden Wirkung der Oberflächenschicht[1]), innerhalb welcher sowohl die Phasendifferenz zwischen Aether- und Körpertheilchen als auch die äquivalenten Volumina und reducirten Dichten sich continuirlich ändern.

Begleiten wir endlich der Vollständigkeit wegen den durch die Vorderfläche einer metallischen Platte eingetretenen Strahl bis zu seinem Austritt durch die Hinterfläche. Bringt man zu dem Ende die bezüglichen Gränzgleichungen auf die Form:

171.

$$\text{I.}\quad \begin{aligned} 1+R_i &= D_i \\ 1-R_i &= D_i\frac{\cos e}{p+q\sqrt{-1}} = \frac{D_i\cos e}{p^2+q^2}(p-q\sqrt{-1}) \end{aligned}$$

und:

$$\text{II.}\quad \begin{aligned} 1-R_i &= D_i\frac{1}{a+b\sqrt{-1}} = \frac{D_i}{a^2+b^2}(a-b\sqrt{-1}) \\ 1+R_i &= D_i\cos e\frac{a+b\sqrt{-1}}{p+q\sqrt{-1}} = \frac{D_i\cos e}{p^2+q^2}(f-g\sqrt{-1}), \end{aligned}$$

---

1) Vielleicht hängt gerade der Metallglanz, für den es bisher kaum eine stichhaltige Erklärung gibt, mit der eigenthümlichen Schwingungsform (Klangfarbe) der Oberflächenschicht und des von ihr ausgehenden diffusen Lichtes zusammen.

Digitized by Google

so erhält man zwischen den totalen lebendigen Kräften und zwar für beide Hauptfälle die identische Beziehung:

$$1 - R_1^2 - R_2^2 = \frac{p \cos e}{p^2 + q^2} (D_1^2 + D_2^2)$$

oder:

$$m_E \nu^2 (1 - R_0^2) = m_D D_0^2 \frac{p^2}{p^2 + q^2}.$$

Dieselbe bezieht sich, mathematisch genommen, zunächst wieder auf die Fläche $x = 0$, in welcher n durch plötzlichen Sprung in ν übergeht, so dass $m n^2 \mathfrak{E}_0^2 = m \nu^2 . 1$. Der Effect wird indess kein anderer sein, als wenn wir uns diesen Uebergang zwischen den obigen Gränzwerthen mehr langsam und stetig vollzogen denken. Sonach werden wir denn dahin gedrängt, überhaupt die Fläche $x = 0$ als Schwerfläche (Schwerpunktsfläche), d. h. als Inbegriff aller wirksamen einzelnen Gränzschichten aufzufassen, deren Oscillationsbewegung beiderseitig (nicht bloss einseitig, wie wir bisher der Einfachheit wegen annahmen) in die der angränzenden Mittel continuirlich übergeht.

Wir bringen endlich die rechte Seite der vorstehenden Gleichung nach dem Vorgang auf S. 56 mit dem Princip der Erhaltung der Kraft in Uebereinstimmung, indem wir als Amplitüde des freien Aethers setzen:

$$\frac{D_0^2}{1 + \frac{q^2}{p^2}} = D_0^2 \cos^2 \eta'' = D_0^2, \quad (J_D) \frac{p^2}{p^2 + q^2} = J_D.$$

Was nun noch die Amplitüden selbst betrifft, so sind zuvörderst wegen $R_1 = -R$ Intensität und Phasenunterschied bei innerer Reflexion die nämlichen wie bei äusserer. Für das gebrochene Licht ergibt sich:

$$D^s = \frac{2(p + q\sqrt{-1})}{(\cos e + p) + \sqrt{-1}\, q}$$

172.
$$J_D{}^s = \frac{4 p^2}{(\cos e + p)^2 + q^2} = \frac{4 \cos^2 r \sin^2 e}{\sin^2 (e + r) + q^2 \sin^2 r}$$

$$\operatorname{tang} \chi_D{}^s = \frac{q \cos e}{p^2 + q^2 + p \cos e};$$

Digitized by Google

$$D^p = \frac{2(a + b\sqrt{-1})(p + q\sqrt{-1})}{(p + v\cos e) + \sqrt{-1}(q + w\cos e)}$$

$$J_D{}^p = \frac{4p^2(a^2+b^2)}{p^2+q^2+2p\cos e(p^2+q^2+\sin^2 e)+(a^2+b^2)^2\cos^2 e}$$

173.

$$= \frac{1}{\nu^2}\,\frac{4\cos^2 r\sin^2 e(a^2+b^2)}{[\cos^2(e-r)+q^2\cot^2 e\sin^2 r][\sin^2(e+r)+q^2\sin^2 r]}$$

$$\text{tang}\,\chi_D{}^p = \frac{b(p^2+q^2)+\cos e[(aq+bp)(a^2-b^2)-(ap-bq)2ab]}{a(p^2+q^2)+\cos e[(ap-bq)(a^2-b^2)+(aq+bp)2ab]}.$$

Aus den vier für die Phasenverschiebung aufgestellten Ausdrücken 117, 125, 172, 173 ersieht man, dass dieselben für die Brechung an Vorder- und Hinterfläche keineswegs gleich sind und sich daher auch niemals aufheben[1]). Dieser Umstand macht den oben (S. 72) besprochenen Quinckeschen Interferenzversuch an dünnen durchsichtigen Metallblättchen sehr viel verwickelter, als es oberflächlich scheinen möchte, denn es addirt sich der vom Incidenzwinkel abhängige Gangunterschied $\chi_D{}^a + \chi_D{}^i$ zu dem durch den Brechungsquotienten bewirkten hinzu, welch letzterer ebenfalls mit dem Einfallswinkel variirt.

Liesse man schliesslich unter dem Azimuth von 45° geradlinig polarisirtes Licht auf die Hinterfläche der Platte auffallen, so würde die elliptische Polarisation der durchgehenden Welle bestimmt sein durch die Ausdrücke 132, sofern man wegen der Gleichheit des Verhältnisses der scheinbaren und wirklichen Intensitäten die dortige Einklammerung fortlässt und $d_D{}^i = d_D{}^a$ nimmt. — Der entsprechende Versuch ist freilich unausführbar.

Lässt man dagegen das unter dem Azimuth von 45° auf die Vorderfläche aufgefallene Licht nach zweimaliger Brechung aus der Hinterfläche austreten, so gelten für dasselbe im freien Aether die Beziehungen:

---

1) Man vergleiche die Messungen Quincke's an dünnen Metallblättchen. Pogg. Ann. Bd. 119, S. 373.

Digitized by Google

$$\operatorname{tang} d'_D = \operatorname{tang} 2\, d_D$$

$$\operatorname{tang}\left(\frac{1}{2}\operatorname{arc\,tang} d'_D\right) = \frac{b\,(p\cos e + \sin^2 e) - aq\cos e}{a\,(p\cos e + \sin^2 e) + bq\cos e}$$

174.
$$\operatorname{tang}^2 h' = \frac{J^{p}{}_{a}\, J^{p}{}_{i}}{J^{s}{}_{a}\, J^{s}{}_{i}} = \frac{(p^2+q^2+\sin^2 e)\,(a^2+b^2)}{[(p\cos e+\sin^2 e)^2 + q^2\cos^2 e]^2}$$
$$= \frac{(\nu^2+q^2)\,(a^2+b^2)}{[\nu^2\cos^2(e-r) + q^2\cos^2 e]^2}.$$

Die vorstehende Untersuchung hat meines Erachtens die Theorie der Dioptrik der Metalle wenigstens in ihren Grundzügen klargestellt. Erscheint es auch noch nicht möglich, die erhaltenen Resultate ohne Beihülfe des Complexen, also auf Grund allgemeiner Annahmen bezüglich der Constitution der ponderablen Mittel auf directem mechanischem Wege abzuleiten, so wird man doch die Richtigkeit derselben wohl kaum bezweifeln dürfen. Sie vernichten freilich die Vorstellung, die man sich bisher über das Verhalten der Metalle zu machen gewohnt war, und brechen vielleicht einer neuen Auffassung derselben Bahn.

E. Das metallische Mittel mit Berücksichtigung der unter B behandelten Gränzwirkung.

Nach meinen bisherigen optischen Arbeiten lassen sich drei Klassen von einfach brechenden durchsichtigen Mitteln auseinanderhalten. Im neutralen ruhenden Mittel fallen Strahl und Wellennormale zusammen, und sind beide reell; im neutralen bewegten Mittel gelangen sie zur Divergenz, bleiben aber nach wie vor reell; im elliptisch polarisirenden ruhenden Mittel endlich wird die Richtung des Strahles complex, während die der Wellennormale ihren reellen Ausdruck behält. Das Gleiche würde der Fall sein bei einem bewegten elliptisch polarisirenden Mittel.

Während wir ferner für die Metalle Brechungsverhältniss und Geschwindigkeit complex setzten, aber noch Strahl und Wellennormale sich decken liessen, mag im allgemeinen jetzt der Fall besprochen werden, dass auch in ihnen die genannten Richtungen auseinander treten.

Digitized by Google

Verzichtet man auf die Behandlung der Gränzgleichungen und beschränkt sich überhaupt auf reflectirtes Licht, so lassen sich die nöthigen Transformationen der für die neutralen Mittel erhaltenen Amplitüden in doppelter Weise durchführen.

Man geht entweder aus von den Fresnel'schen Ausdrücken der neutralen durchsichtigen Mittel, z. B. von dem Ausdrucke:

$$R^s = -\frac{\sin(e-r)}{\sin(e+r)},$$

gibt demselben durch Einführung der Beziehung:

$$\cos r = \cos r - \sin r \times \sqrt{-1}$$

zunächst die Gestalt der Gleichung 57, nämlich:

$$R^s = -\frac{\sin(e-r) - \sqrt{-1} \times \sin e \sin r}{\sin(e+r) - \sqrt{-1} \times \sin e \sin r}$$

und setzt in dieser, nachdem man alle r in e und n ausgedrückt:

$$n = a + b\sqrt{-1}, \quad n \cos r = p + q\sqrt{-1}.$$

So erhält man:

175. $$R^s = \frac{(\cos e - p) - \sqrt{-1}\,(q - \varkappa \sin e)}{(\cos e + p) + \sqrt{-1}\,(q - \varkappa \sin e)}.$$

Man kann aber auch auch andererseits von den bezüglichen Formeln der einfachen Metalle ausgehen, also z. B. von:

$$R^s = \frac{\cos e - p - \sqrt{-1}\,q}{\cos e + p + \sqrt{-1}\,q}$$

und hierin: $p = \nu \cos r'$ durch:

$$\nu(\cos \varrho - \sin \varrho \times \sqrt{-1}) = \nu \cos \varrho - \sin e \times \sqrt{-1}$$
$$= p - \sqrt{-1} \times \sin e$$

ersetzen. Das letzte Glied dieses Werthes fasst sich auch so mit q zu:

$$q - \varkappa \sin e = q'$$

zusammen, und die Schwächungscoefficienten werden wieder die nämlichen wie vorhin.

Was indess schliesslich das für die Praxis wichtige Amplitüdenverhältniss $\frac{R^p}{R^s}$ betrifft, so geht es keinenfalls mehr an, dasselbe direct auf der bezüglichen Fresnel'schen

Digitized by Google

oder Cauchy'schen Formel zu begründen, sondern man hat auf die allgemeinen Ausdrücke 22 und 36 zurückzugehen. Ergibt zunächst die Division derselben:

176.
$$\frac{R^p}{R^s} = \frac{v\,b - \omega\,\beta}{v\,b + \omega\,\beta}\,\frac{v\,\beta + \omega\,b}{v\,\beta - \omega\,b} = \frac{(v^2 - \omega^2)\,b\,\beta - (\beta^2 - b^2)\,v\,\omega}{(v^2 - \omega^2)\,b\,\beta + (\beta^2 - b^2)\,v\,\omega},$$

so werden für die weitere Umbildung dieses Verhältnisses die beiden oben gegebenen Regeln wieder passen. Dabei bleibt eben zu beachten, dass nur für neutrale Mittel:

$$v^2 - \omega^2 = \beta^2 - b^2$$
$$\sin^2 e - \sin^2 r = \cos^2 r - \cos^2 e$$

ist, und dass gerade in Folge dieser Gleichheit das obige Verhältniss auf die beschränkt gültige und daher hier unbrauchbare Fresnel'sche Form:

$$\frac{\cos(e + r)}{\cos(e - r)}$$

zusammenschrumpft. Schlägt man nun den ersteren Weg ein, so erhält man für active durchsichtige Mittel:

177.
$$\frac{R^p}{R^s} = \frac{(n^2 - 1)\cos(e + r) - \sqrt{-1}\,\varkappa\,[\cos e \sin r\,(n^2 - 1) - 2\sin e \cos r]}{(n^2 - 1)\cos(e - r) - \sqrt{-1}\,\varkappa\,[\cos e \sin r\,(n^2 - 1) + 2\sin e \cos r]}$$

und daraus in directer Weise für Phasenunterschied d_R und Intensitätsverhältniss $\frac{J^p}{J^s}$ die nämlichen Werthe, die S. 48 indirect gewonnen sind.

Setzt man dann weiter zur Abkürzung:

$$n^2 - 1 = a^2 - b^2 - 1 + 2\,a\,b\sqrt{-1} = u + w\sqrt{-1}$$

und:

$$\frac{p + q\sqrt{-1}}{u + w\sqrt{-1}} = s + t\sqrt{-1},$$

so erhält man allgemein:

$$\frac{R^p}{R^s} = \frac{[p\cos e - \sin e(\sin e + 2\varkappa t)] + \sqrt{-1}\,[\cos e(q - \varkappa \sin e) + 2\varkappa s \sin e]}{[p\cos e + \sin e(\sin e + 2\varkappa t)] + \sqrt{-1}\,[\cos e(q - \varkappa \sin e) - 2\varkappa s \sin e]}$$

Digitized by Google

Und so folgt für Phasenunterschied und Intensitätsverhältniss:

$$\tan d_R = \frac{2q'\cos e\sin^2 e + 2\varkappa'\sin 2e\,(p^2+q^2)\,(a^2-b^2-1)}{(p^2+q'^2)\cos^2 e - [\sin^2 e - 2\varkappa' q\sin e\,(p^2+q^2+\cos^2 e)]^2}$$

178. $$\cos 2h = \frac{2p\cos e\sin^2 e - 2\varkappa'\sin 2e\,(p^2+q^2)\,2ab}{(p^2+q'^2)\cos^2 e + [\sin^2 e - 2\varkappa' q\sin e\,(p^2+q^2+\cos^2 e)]^2}$$

$$q' = q - \varkappa\sin e\,, \quad \varkappa' = \frac{\varkappa}{(a^2-b^2-1)^2+4a^2b^2}.$$

Die sämmtlichen $\varkappa$ enthaltenden Glieder brauchen dabei, sofern sie klein sind, nur angenähert bekannt zu sein.

Sind freilich diese Ausdrücke so complicirt, dass sie sich nur bei gegebenem $\varkappa$ (vergl. Abschnitt F) ohne zu grosse Mühe mit der Erfahrung vergleichen lassen, so gewähren sie doch schon darum Interesse, weil sie zugleich die durchsichtigen und metallischen activen und inactiven Mittel umfassen.

Man ersieht insbesondere aus ersterem, dass das Vorzeichen von d_R nicht bloss durch die Vorzeichen von q und $\varkappa$, sondern auch durch die absoluten Werthe derselben in Verbindung mit der Grösse des Einfallswinkels e bedingt ist.

Ebenso wie bei den mit der besprochenen Oberflächenwirkung behafteten Metallen gestalten sich die Verhältnisse, wenn die Reflexion an einem Metalle im Innern eines elliptisch polarisirenden durchsichtigen Mittels vor sich geht. Auch die dann eintretenden Erscheinungen werden von obigen Formeln umfasst.

F. Das natürlich gegebene Mittel.

Die einzelnen bis jetzt behandelten Fälle sind Abstractionen, die sich den in der Natur vorkommenden Mitteln höchstens für einen beschränkten Theil des Gesammtumfanges der Aetherstrahlung accomodiren. Ob nämlich eine Substanz positiv, neutral oder negativ, und ob sie glasig oder metallisch reflectirt, hängt lediglich ab von der Wellenlänge des erregenden Strahles, und so besteht zwischen Reflexion und Dispersion der innigste Zusammenhang.

Digitized by Google

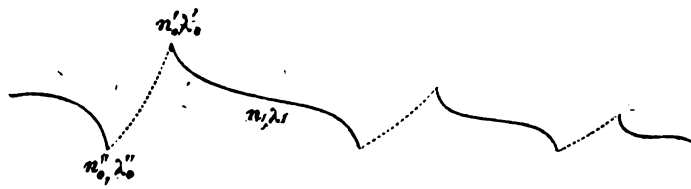
Den Schlüssel zur Erklärung dieses Verhaltens bietet die neuentdeckte anomale Dispersion, und das geeignetste Hülfsmittel zur übersichtlichen Darstellung des Verlaufes der Erscheinung die Heranziehung der Dispersionsformel.

Nun stellte ich [1]) als das allgemeine Gesetz der Dispersion, das sowohl die gewöhnlich durchsichtigen als die gefärbten Mittel umfasst, den Ausdruck auf:

179. $$\frac{1}{n^2} = \Sigma \frac{M}{l^2 - N}.$$

Derselbe verknüpft das Brechungsverhältniss n mit der inneren Wellenlänge $l\left(=\frac{\lambda}{n}\right)$ durch eine Reihe von Constanten M und N, deren Zahl und Grösse durch die Zahl und Breite der vorhandenen Unstetigkeiten (d. h. Zonen mit complexem Brechungsindex) bedingt ist. Solche Unstetigkeiten können den Verlauf der reellen Curve $n = f(\lambda)$

Fig. 2.



(Fig. 2) sowohl unterbrechen als auch seitlich begränzen, so dass im letzteren Falle das Brechungsverhältniss für alle Schwingungsdauern, die eine gewisse maximale oder minimale Gränze überschreiten, zugleich complex würde.

Betrachten wir hier den einfacheren Fall, der möglicher Weise im Schwefelkohlenstoff realisirt ist, dass nämlich die Dispersionscurve für unendlich grosse (positive und negative) Schwingungsdauern endlich und reell bleibt und überdies nur eine einzige unstetige Unterbrechung besitzt (Fig. 3). Die ihr zukommende Gleichung ist:

$$\frac{1}{n^2} = M_1 + \frac{M_2}{l^2 - N_2}$$

---

1) Pogg. Ann. Jubelband, S. 166. — Man vergl. auch Bd. 140, S. 1 und 177.

Digitized by Google

Setzt man $\frac{1}{M} = n_\infty^2$, und führt zwei neue Constanten D und Λ_0 ein, die definirt sind durch die Beziehungen:

$$M_2 = -\frac{D}{n_\infty^2}\Lambda_0^2, \quad N_2 = \Lambda_0^2(1 - D),$$

so lässt sich dafür auch schreiben:

180. $$(n^2 - n_\infty^2)(l^2 - \Lambda_0^2) = D\, n_\infty^2\, \Lambda_0^2$$

Und wenn zur Einführung des Amplitudenverhältnisses d der Körper- und Aethertheilchen:

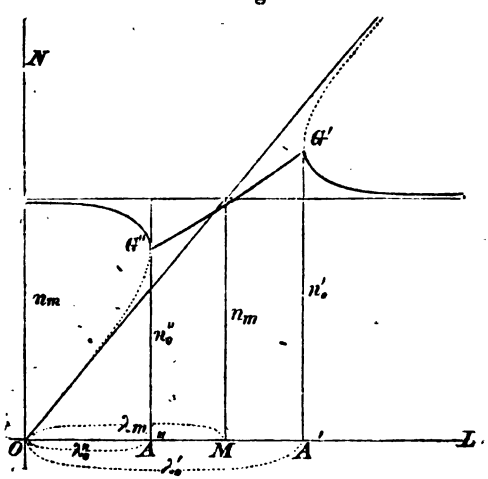
$$n^2 - 1 = \varsigma\, d^2, \quad n_\infty^2 - 1 = \varsigma\, d_\infty^2$$

gesetzt wird, so hat man für zwei beliebige Farben α und β die Relation:

$$\frac{d_\alpha^2 - d_\infty^2}{d_\beta^2 - d_\infty^2} = \frac{l_\beta^2 - \Lambda_\beta^2}{l_\alpha^2 - \Lambda_0^2}.$$

Das Amplitudenverhältniss für eine variable innere Wellenlänge l und ihre zugehörige Schwingungsdauer verläuft so nach einem hyperbolischen Gesetze, und eine zukünftige Theorie, welche die Dispersionserscheinungen aus dem Zusammenschwingen von Körper- und Aethertheilchen ableiten wird, findet meines Erachtens gerade hier einen gewissen Anhaltspunkt [1]).

Fig. 3.



1) Den Satz von der Identität der brechenden Kraft und dem

Digitized by Google

Den Verlauf der Dispersionscurve, wie sie (Fig. 3) der continuirlichen Folge der Schwingungsdauern T oder äusseren Wellenlängen λ entspricht, erhält man, wenn man in Gl. 180 die innere Wellenlänge l durch $\frac{\lambda}{n}$ ersetzt und die entstehende Gleichung als quadratische nach n auflöst. Es kommt so zunächst:

181.
$$n^2 = \frac{1}{2}\left[n_\infty^2(1-D)+\frac{\lambda^2}{\Lambda_0^2}\right] \pm \sqrt{\left[\frac{1}{2}\left(n_\infty^2(1-D)+\frac{\lambda^2}{\Lambda_0^2}\right)\right]^2 - n_\infty^2\frac{\lambda^2}{\Lambda_0^2}}.$$

Einer gegebenen Wellenlänge λ entspricht folglich im allgemeinen ein doppelter Werth von n je nach der Wahl des Vorzeichens. Die beiden Theile des Doppelzweiges stossen zusammen für eine Gränzwellenlänge λ_0, die den Radicanden zum Verschwinden bringt, und heisst das entsprechende Brechungsverhältniss n_0, so kommt einfach:

$$n_0^2 = \frac{1}{2}\left[n_\infty^2(1-D)+\frac{\lambda_0^2}{\Lambda_0^2}\right] = n_\infty\frac{\lambda_0}{\Lambda_0},$$

woraus man zieht:

$$\frac{n_0^2}{n_\infty^2} = \frac{l_0^2}{\Lambda_0^2} = 1 \pm \sqrt{D}.$$

Entsprechend der quadratischen Form des Radicanden hat man sonach zwei verschiedene Werthe von λ_0, l_0, n_0 und darum zwei von einander getrennte Doppelzweige der Curve. Zwischen beiden liegt eine Zone der complexen Brechungsverhältnisse, die sich der Erfahrung zufolge als ein das Spectrum durchziehender Absorptionsstreifen A'A'' her-

---

Verhältniss der lebendigen Kräfte der Körper- und Aethertheilchen betrachten wir, im Gegensatz zu den Ausführungen Sellmeier's (Pogg. Ann. Bd. 145, S. 399 und Bd. 147, S. 386), für jede einzelne Farbe als streng richtig. Nur unter dieser Voraussetzung führt übrigens auch die Continuitätstheorie von Cauchy und mir (S. 18) zu den nämlichen Intensitätsformeln wie die Verbindung des Princips der Continuität mit dem der Erhaltung der Kraft. — Helmholtz's Erklärungsversuch der anomalen Dispersion (Berl. Monatsber. Sept. 1874) ist mir erst bei der Correctur zu Händen gekommen.

Digitized by Google

ausstellt. Von den beiden Doppelzweigen hat ferner, ebenfalls der Erfahrung zufolge, nur derjenige Ast eine dioptrische Bedeutung, der sich von den Gränzwellenlängen ab dem Gränzbrechungsverhältniss n_∞ asymptotisch nähert [1]).

Führt man noch in Gl. 181 diejenige Wellenlänge λ_m ein, die der ungefähren Mitte des Absorptionsstreifens entspricht, und die sich der Constanten $\Lambda_0 = l_m$ gewissermassen als äussere Wellenlänge zuordnet, so dass:

182. $$\lambda_m = n_\infty \Lambda_0 = n_m l_m ,$$

und identificirt schliesslich den so geänderten Ausdruck mit der quadratischen Form:

$$n^2 = (a^2 + b^2) \pm 2ab ,$$

so lässt sich die Wurzel ausziehen, und man erhält:

$$n = \tfrac{1}{2} n_\infty \left\{ \sqrt{\left(1+\frac{\lambda}{\lambda_m}\right)^2 - D} \pm \sqrt{\left(1-\frac{\lambda}{\lambda_m}\right)^2 - D} \right\}.$$

Hier erscheint denn λ_m als Ausdruck einer potentiellen Anlage, nämlich eines Dispersionsvermögens, und:

183. $$D = \left(\frac{n_0^2 - n_\infty^2}{n_\infty^2}\right)^2 = \left(\frac{l_0^2 - l_m^2}{l_m^2}\right)^2 = \left(\frac{\lambda_0 - \lambda_m}{\lambda_m}\right)^2$$

als ein quantitatives Maass desselben. Letzteres ist nach meinen früheren Untersuchungen der jedesmaligen Dichte der dispergirenden Substanz proportional. Man hat folglich definitiv:

---

[1]) Die beiden Asymptoten der entstehenden hyperbolischen Curve erhält man aus Gl. 180 durch Nullsetzung ihrer beiden Factoren. Sofern nämlich einem unendlich grossen λ sowohl ein endliches n als ein unendlich grosses n entspricht, so hat man zugleich $n = n_\infty$ und $\frac{\lambda}{n} = \Lambda_0$. Die erstere Asymptote ist der Abscissenaxe parallel, die zweite gegeben durch die Gleichung $n = \frac{1}{\Lambda_0}\lambda$. Denken wir uns nun das zusammengesetzte Mittel durch ein äquivalentes aus reinem Aether ersetzt, so dass: $\frac{d^2\varrho}{dt^2} = \omega_\infty^2 \frac{l^2 - \Lambda_0^2}{l^2 - \Lambda_0^2(1-D)} \frac{d^2\varrho}{d\delta^2}$, so erscheint die bewegende Kraft auf den bezüglichen zweiten Zweigen als zu schwach, resp. die Belastung als zu stark, als dass sich wenigstens Wellen von ganz grosser oder ganz kleiner Schwingungsdauer fortpflanzen könnten.

Digitized by Google

184. $n = \frac{1}{2} n_m \left\{ \sqrt{\left(1+\frac{\lambda}{\lambda_m}\right)^2 - \left(1-\frac{\lambda_0}{\lambda_m}\right)^2} \pm \sqrt{\left(1-\frac{\lambda}{\lambda_m}\right)^2 - \left(1-\frac{\lambda_0}{\lambda_m}\right)^2} \right\}$

als die Beziehung zwischen n und λ einerseits und dem Gränzbrechungsverhältniss $n_m = n_\infty$ sowie der Lage λ_m und der halben Breite $\lambda_0 - \lambda_m$ der complexen Zone andererseits. Was noch die Wahl des Wurzelzeichens betrifft, so bezieht sich das obere auf den links von der durch λ_m charakterisirten Verticallinie M gelegenen dioptrischen Ast, auf dem die Indices sich mit zunehmender Wellenlänge von dem Werthe n_∞ entfernen, das untere auf den rechts gelegenen Ast, auf dem dieselben sich mit zunehmender Wellenlänge diesem Gränzwerth annähern. Für beide reellen dioptrischen Aeste hat folglich das Brechungsverhältniss die Form:

$$n = a \pm b$$

Liegt dagegen die willkürliche Wellenlänge λ irgendwo zwischen den beiden Gränzwellenlängen λ'_0 und λ''_0, so bleibt a reell, aber es wird b imaginär, und sonach wird das entsprechende Brechungsverhältniss:

$$n = a \pm b\sqrt{-1},$$

wenn b nach wie vor den absoluten Werth der zweiten Wurzel bedeutet.

Die dargelegten Beziehungen, die zunächst nur für Substanzen mit einer einzigen complexen Zone auf strenge Gültigkeit Anspruch machen, werden nichtsdestoweniger auch für andere Substanzen für die Umgebung eines jeden einzelnen Absorptionsstreifens anwendbar bleiben, so lange derselbe einigermassen isolirt steht und sich nicht mit den benachbarten confundirt. Auch habe ich bereits gezeigt [1]), dass z. B. für Fuchsin die mittelst der Gleichung:

185. $$\frac{n'_0{}^2}{n''_0{}^2} = \frac{\lambda'_0}{\lambda''_0}$$

sich aus der als bekannt vorausgesetzten Breite des Absorptionsstreifens ergebenden Werthe der Gränzbrechungsverhältnisse sehr gut in die bezügliche Kundt'sche Beobachtungstabelle hineinpassen.

1) Pogg. Ann. Jubelband, S. 166.

Digitized by Google

Nun lehren insbesondere die messenden Versuche von Wiedemann und Quincke, dass die elliptische Polarisation einer Fuchsinschicht in dem Maasse an Stärke zunimmt, als die Wellenlänge des auffallenden Lichtes sich den Gränzwellenlängen des Absorptionsstreifens nähert, und dass an der Gränze desselben die sogenannte glasige Reflexion in die metallische übergeht.

Sofern nun die aufgestellte Dispersionsformel mehr ist als ein bloss empirischer Ausdruck, so muss, (von der Gränzwirkung B einstweilen abgesehen,) wenn man von der linken Gränze des Absorptionsstreifens gegen die Mitte vorschreitet, die beobachtete Polarisation dem Brechungsverhältniss:

$$n = a + b\sqrt{-1},$$

dagegen, wenn man von der rechts liegenden Gränze sich der Mitte nähert, dem Brechungsverhältniss:

$$n = a - b\sqrt{-1},$$

entsprechen. Sie wird also das eine Mal negativ, das andere Mal positiv sein, und für die Mitte selbst, d. h. für eine bestimmte Wellenlänge $\lambda = \lambda_m$, positiv und negativ zugleich sein.

Man bezeichnet nämlich nach dem Vorgange Jamin's die elliptische Polarisation als positiv oder negativ, je nachdem die Anomalie $\chi^s - \chi^p$ das positive oder negative Zeichen hat, je nachdem also die Componente parallel der Einfallsebne gegen die Componente senkrecht zur Einfallsebne verzögert, resp. beschleunigt ist. Es entspricht so einer positiven Reflexion das negative Zeichen für $b\sqrt{-1}$ und umgekehrt. Die Jamin'sche Bezeichnung ist willkürlich; sie hat offenbar den Missstand, dass man gewissermaassen einer positiven Ursache eine negative Wirkung zulegt, und daher dürfte vielleicht der Vorschlag Beachtung finden, hinfort die elliptische Polarisation, umgekehrt wie bisher, gerade nach dem Vorzeichen des imaginären Gliedes des bezüglichen Brechungsverhältnisses zu benennen.

Beobachtungen eines solchen Umschlages der rechtselliptischen Bewegung in die linkselliptische zu beiden Seiten der Mittellinie des Absorptionsstreifens einer Substanz mit Oberflächenfarben liegen nun vorläufig nicht vor.

Digitized by Google

Was ferner die Geschwindigkeit $\frac{1}{\nu}$ betrifft, mit der die auffallende Welle innerhalb der absorbirenden Region in das brechende Mittel eindringt, so ist dieselbe, wie wir gesehen, von dem Incidenzwinkel abhängig, und daher sind die beiden Gränzpunkte G', G'' je nach der Incidenz durch eine verschieden verlaufende Dispersionscurve mit einander zu verbinden.

Innerhalb des Absorptionsgebietes wächst also das Brechungsverhältniss der Gränzschicht zugleich mit der Wellenlänge, und ist im allgemeinen das Ansteigen der bezüglichen Curve ein ziemlich gleichförmig steiles.

Für senkrechte Incidenz insbesondere hat man zufolge Gl. 108:

186. $$\nu = a = \tfrac{1}{2} n_m \sqrt{\left(1 + \frac{\lambda}{\lambda_m}\right)^2 - D},$$

und ist dieselbe zugleich noch dadurch ausgezeichnet, dass für sie der Einfluss der Gränzwirkung B verschwindet.

Diese letztere wird sich möglicher Weise im allgemeinen mit der besprochenen Wirkung der Phasenverschiebung zwischen Körper- und Aethertheilchen zu einer resultirenden zusammensetzen. Fassen wir insbesondere das reflectirte Licht ins Auge, so wurde bereits hervorgehoben, dass der partielle Gangunterschied d_B der Gränzwirkung B für Vorder- und Hinterfläche sein Zeichen wechselt, während derjenige, welcher der rein metallischen Wirkung entspricht, sein Vorzeichen behält. Damit ferner beide bei einer Reflexion an der Vorderfläche sich verstärken, dazu war nothwendig, dass $q' = q - \varkappa \sin e$ (vergl. S. 105) kleiner ist als q, dass folglich die resultirende Schwingungsbewegung (Gl. 148^b) der Ebne $x = 0$ vermöge dieses combinirten Einflusses derjenigen eines neutralen Mittels genähert, d. h. das charakteristische, nach $\frac{1}{2}$ T periodische Glied geschwächt werde. Das Entgegengesetzte wäre der Fall, wenn einem positiven q ein negatives $\varkappa$ entspräche, so dass $q' = q + \varkappa \sin e$ würde.

Welchen Fall die Natur verlangt, lässt sich vielleicht ausser durch die Erfahrung schon durch die Erwägung entscheiden, dass bei einer Reflexion an der Vorderfläche ver-

Digitized by Google

hältnissmässig der Weltäther, bei einer Reflexion an der Hinterfläche dagegen mehr die ponderablen Moleküle die Schwingungsform der Gränzschichten beeinflussen, und dass daher im ersteren Fall eine Schwächung der Unregelmässigkeit der Bewegung die wahrscheinlichere ist.

Wir setzen demnach:

links von der Mittellinie: $+ b, \quad + q, \quad + \varkappa$ rechts von der Mittellinie: $- b, \quad - q, \quad - \varkappa.$

Für die Mittellinie selbst kommt:

$$n_M = \tfrac{1}{2} n_m (\sqrt{4-D} \pm \sqrt{D}\sqrt{-1}).$$

Oder da:

$$\frac{\lambda'_0}{\lambda_m} = 1 + \sqrt{D}, \quad \frac{\lambda''_0}{\lambda_m} = 1 - \sqrt{D},$$

folglich:

$$\frac{\lambda'_0 + \lambda''_0}{\lambda_m} = 2, \quad \frac{\lambda'_0 \lambda''_0}{\lambda^2_m} = 1 - D,$$

so lässt sich schreiben:

187.
$$\frac{2 a_m}{n_m} =$$

$$\sqrt{\left(1+\frac{n'^2_0}{n^2_m}\right)\left(1+\frac{n''^2_0}{n^2_m}\right)} = \sqrt{\left(1+\frac{l'^2_0}{l^2_m}\right)\left(1+\frac{l''^2_0}{l^2_m}\right)} = \sqrt{\left(1+\frac{\lambda'_0}{\lambda_m}\right)\left(1+\frac{\lambda''_0}{\lambda_m}\right)}$$

$$\frac{2 b_m}{n_m} =$$

$$\sqrt{\left(1-\frac{n'^2_0}{n^2_m}\right)\left(1-\frac{n''^2_0}{n^2_m}\right)} = \sqrt{\left(1-\frac{l'^2_0}{l^2_m}\right)\left(1-\frac{l''^2_0}{l^2_m}\right)} = \sqrt{\left(1-\frac{\lambda'_0}{\lambda_m}\right)\left(1-\frac{\lambda''_0}{\lambda_m}\right)}$$

a_m, welches stets kleiner ist sls n_m, erlangt diesen Werth erst für $D = 0$.

Was ferner neben den bisher betrachteten Substanzen mit Oberflächenfarbe die eigentlichen Metalle betrifft, so lehrt die Erfahrung, dass bei denselben in Uebereinstimmung mit der hier proponirten Dispersionsformel sowohl a als auch $a^2 + b^2$ mit der Wellenlänge zugleich zunehmen. Damit indess die Metalle unter der Annahme $\varkappa = 0$ dem genannten Gesetze vollkommen entsprächen, dazu wäre nothwendig, dass:

$$a^2 + b^2 = n_m{}^2 \frac{\lambda}{\lambda_m}$$

$$a^2 - b^2 = \frac{n_m{}^2}{2}\left(1 - D + \frac{\lambda^2}{\lambda_m{}^2}\right),$$

Digitized by Google

dass also insbesondere $\frac{a^2 + b^2}{\lambda}$ constant wäre. Eine solche Constanz lässt sich in der That z. B. für Stahl und Glockengut zugeben, dagegen fällt dieser Quotient für die stärker dispergirenden Substanzen Silber und Messing mit Abnahme der Wellenlänge beträchtlich mit. Wäre freilich $\varkappa$ nicht gleich Null, so würden eben Haupteinfallswinkel und Hauptazimuth zur Ableitung des Brechungsverhältnisses nicht mehr genügen. Doch wie dem auch sei, die bisher der Untersuchung unterzogenen Metalle zeigen sämmtlich die positive Reflexion. Sofern man es nun überhaupt für möglich hält, dass dieselben nach Analogie der Substanzen mit Oberflächenfarben zwar das sichtbare Spectrum mit einem breiten Absorptionsbande überdecken, aber an den beiden endlichen Gränzen desselben oder auch nur auf Einer Seite — also im ultrarothen oder ultravioletten Strahlungsgebiete — sich wie gefärbte Gase, Flüssigkeiten oder Gläser verhalten, so darf man behaupten, dass die durchforschte Region des metallischen Absorptionsstreifens rechts von der Mittellinie desselben liegt, und dass sonach die Metalle für die calorischen Wellen rascher durchstrahlbar werden als für die chemischen und Fluorescenz erregenden.

Hiernach erübrigt uns nur noch die Feststellung des Dispersionsgesetzes eines metallisch reflectirenden Mittels für das eigentliche Innere. Man erhält dasselbe mittelst Gleichung 170, nämlich:

$$n^2 - 1 = \sqrt{(a^2 - b^2 - 1)^2 + 4\,a^2\,b^2},$$

sofern man für a und b ihre nunmehr bekannten Werthe in λ substituirt. So ergibt sich:

188. $$(n^2 - 1)^2 = (n_m{}^2 - 1)\left(\frac{\lambda^2}{l_m{}^2} - 1\right) + n_m{}^2\,D.$$

Und da die Dispersionsgleichung (180) der nicht metallisch gebrochenen Farben sich auch so schreibt:

$$0 = (n_m{}^2 - n^2)\left(\frac{1}{n^2}\frac{\lambda^2}{l_m{}^2} - 1\right) + n_m{}^2\,D,$$

so geht erstere aus dieser dadurch hervor, dass man einfach $n = 1$ nimmt.

Auch im Inneren eines Metalles wächst also

Digitized by Google

das Brechungsverhältniss zugleich mit der Wellenlänge.

Die durch Gl. 188 repräsentirte Curve schneidet wieder die Hyperbeläste der Fig. 3 in den Punkten G' und G'', so dass die n_0 und n_0 zusammenfallen. Die Mittellinie M dagegen durchsetzt sie in einem Punkte, der bestimmt ist durch:

$$(n_M^2 - 1)^2 - (n_m^2 - 1)^2 = n_m^2 D,$$

und für den folglich: $n_M > n_m$. Mit Rücksicht hierauf lässt sich daher auch schreiben:

$$(n^2 - 1)^2 - (n_M^2 - 1)^2 = \frac{1}{l_m^2}(n_m^2 - 1)(\lambda^2 - \lambda_m^2).$$

Gehen wir nunmehr, die Gränzen des Absorptionsstreifens überschreitend, zu dem reellen Theile der Dispersionscurve der Gl. 184 über, so verläuft dieselbe in der durch Fig. 2 und 3 dargestellten Weise. Die elliptische Polarisation ist nur mehr abhängig von $\varkappa$, und da demselben zu beiden Seiten der Mittellinie M das entgegengesetzte Zeichen zukommt, so ist die Reflexion auf der einen Seite positiv, auf der andern negativ. Nun haben wir $\varkappa$, q, b links von der Mittellinie gemeinschaftlich das positive und rechts von derselben das negative Zeichen zugelegt; die Reflexion wird daher links, ausserhalb wie innerhalb des Absorptionsstreifens, negativ, rechts positiv.

Der Erfahrung zufolge zeigt nun freilich die Dispersionscurve der meisten natürlich vorkommenden Mittel einen solchen Verlauf, dass sich daraus auf die Existenz mehrfacher Absorptionsstreifen schliessen lässt. Unter den eigentlich durchsichtigen Substanzen dürfte nur der Schwefelkohlenstoff dem bisher besprochenen einfachen Dispersionsgesetze folgen, während z. B. Wasser, Glas, Sylvin u. s. w. nach dem ultrarothen Theile des Spectrums hin eine mehr oder minder starke Krümmung der Curve zeigen, die neben dem allen durchsichtigen Substanzen gemeinschaftlichen ultravioletten Absorptionsstreifen auch einen ultrarothen andeutet. Gilt aber das bisher aufgestellte Gesetz für die Nähe eines jeden einzelnen derselben, so werden die genannten Substanzen positiv reflectiren für eine violette und überviolette Strahlung, negativ für eine rothe und überrothe.

Digitized by Google

Das Zeichen dieser Reflexion bestimmt sich sonach allgemein durch die Convexität oder Concavität der Curve gegen die Abscissenaxe, und umgekehrt darf man aus dem für eine gewisse Wellenlänge experimentell bestimmten Zeichen auf die grössere Nähe des ultrarothen oder ultravioletten Absorptionsgebietes schliessen.

Zwischen dem convexen und concaven Theile der Curve liegt selbstverständlich eine Strecke ohne Krümmung; dieselbe liegt in der Nähe desjenigen charakteristischen Strahles des Mittels, dessen Elemente ich in früheren Abhandlungen [1]) durch n_1, λ_1, l_1 (vergl. Fig. 2) bezeichnet habe. Diese Strecke wird also katoptrisch charakterisirt sein durch neutrale Reflexion.

Alle diese Forderungen der Theorie werden anscheinend durch die Erfahrung bestätigt. So zählt z. B. Jamin das Glas zu den positiven Substanzen, und die Dispersionscurve desselben belehrt sofort, dass die sichtbare Strahlung dem convexen Theile der Curve angehört, und dass man sich rechts von der Mittellinie des nächsten Absorptionsstreifens befindet. Dasselbe gilt von Kalkspath, Quarz und Alkohol.

Für Wasser dagegen, das nach Jamin zu den negativen Substanzen gehört, hat die Dispersionscurve schon im rothen Theile des Spectrums mit Zunahme der Wellenlänge einen so rasch gegen die Abscissenaxe abfallenden Verlauf, dass man auf die Nähe einer ultrarothen Absorption schliessen muss. Für Wasser befinden sich also die mittleren sichtbaren Strahlen links von der Mittellinie des nächsliegenden Absorptionsgebietes.

Der Alaun wäre ein neutraler Körper.

Eine noch directere Bestätigung der Theorie entnehme ich einer vor Kurzem erhaltenen brieflichen Mittheilung von Herrn Quincke. Am Fuchsin nämlich sind gegenwärtig zwei verschiedene, weit von einander abstehende Absorptionsstreifen bekannt [2]), ein schmaler an der Gränze

1) l. c. Bd. 140, S. 1 und 177.

2) Man vergl. den Aufsatz von Behrens »Ueber das Spectrum des Edelopals« in Leonhard's Jahrbuch für Mineralogie, Jahrg. 1873, Heft 9.

Digitized by Google

des Roth und ein breiterer im Blauviolet. Nun fand kürzlich Lundquist in Upsala, dass die Reflexion der Fraunhofer'schen Linien B und C negativ, die der folgenden positiv sei. Hier ist also in der That zwischen den beiden Absorptionsgebieten das Vorzeichen derselben umgesprungen, und wird wohl die nähere Kenntnissnahme der genannten Arbeit noch weitere interessante Aufschlüsse ergeben [1]).

Wenn endlich Jamin bei seiner Classification der positiven, neutralen und negativen Substanzen darauf aufmerksam macht, dass den positiven das grösste und den negativen das kleinste Brechungsverhältniss zukomme, so ist eine solche Eintheilung bekanntlich nicht ohne Ausnahme durchzuführen. In der That ist auch der Zusammenhang zwischen der Art der Reflexion und der Stärke der Brechung kein so inniger wie der zwischen Reflexion und Dispersion.

Lässt sich nun die Form der Abhängigkeit des Coefficienten $\varkappa$ von der Wellenlänge (und event. für das Absorptionsgebiet vom Einfallswinkel) vorläufig in Strenge noch nicht geben, so ist derselbe doch unzweifelhaft eine

---

1) Die Arbeit ist seitdem in Pogg. Ann. Jahrg. 1874, Heft 6, 7, 8 vollständig abgedruckt. Die elliptische Reflexion der angewandten Fuchsinschicht, welche die Hypotenusenfläche eines Kronglasprisma bekleidete, zeigte sich am stärksten zwischen Orange und Indigo. Vielleicht darf man aus den mitgetheilten Zahlenwerthen schliessen, dass die Dispersion zwischen den Fraunhofer'schen Linien B und C regelmässig verläuft, sofern nämlich die Brechungsverhältnisse mit abnehmender Wellenlänge zunehmen. Zwischen E und F begönne dann der Absorptionsstreifen der anomalen Dispersion, denn von E bis V nimmt die Lundquist'sche Constante $c\left(= a^2 + b^2 = n_m{}^2 \frac{\lambda}{\lambda_m}\right)$ zugleich mit der Wellenlänge ab. Und wenn endlich die Constante γ $\left(\text{für welche } \sin 2\gamma = \frac{a^2 + b^2}{2ab}\right)$ für die beiden kürzesten Wellenlängen λ_i und λ_V als von der Incidenz abhängig gefunden wird, so hat man es hier wahrscheinlich mit einem starken Einflusse der Gränzwirkung B zu thun.

Für weitere Untersuchungen dieser Art möchte es sich empfehlen, dass man kat optrische und dioptrische Messungen mit einander verbände.

Digitized by Google

Function der Krümmungsverhältnisse der reellen Dispersionscurve sowohl ausserhalb wie innerhalb des Absorptionsgebietes. Wir werden daher nicht fehl gehen, wenn wir schreiben:

189. $\varkappa = f(n^2 - n_m^2)$, $f(n_m^2 - n^2) = -f(n^2 - n_m^2)$.

Nun ist gewiss die einfachste Annahme, die man machen könnte, die, das Functionszeichen f für überflüssig zu erachten, d. h. geradezu zu setzen:

190. $$\varkappa = n^2 - n_m^2, \quad \varepsilon = \frac{n^2 - n_m^2}{n^2 - 1},$$

resp. innerhalb des Absorptionsgebietes n durch n zu ersetzen, so dass man für dieses hätte (vergl. Gl. 178):

$$\varkappa = n^2 - n_m^2$$
$$= \sqrt{(a^2 - b^2 - 1)^2 + 4a^2b^2} - \sqrt{(a_m^2 - b_m^2 - 1)^2 + 4a_m^2b_m^2}.$$

Es wäre folglich die Stärke der elliptischen Polarisation der Gränzwirkung B direct proportional dem Dispersionsvermögen[1]). Und für die Wellenlänge der Mittellinie des Absorptionsstreifens, für welche $\varkappa = 0$ und b und q zugleich positiv und negativ sind, verhielte sich das Mittel (auch das metallische) als vollkommen neutral.

In dem einfacheren Fall der Fig. 3 wird ferner auch für eine unendlich grosse Wellenlänge der Ellipticitätscoefficient gleich Null werden. Und hat das Mittel mehrere Absorptionsstreifen, so tritt für jeden derselben ein Index n_l an die Stelle von n_∞, und die Reflexion wird positiv für alle Indices $n > n_l$, negativ für alle $n < n_l$.

Auch diese Forderung widerspricht der Erfahrung insofern nicht, als die Ellipticitätscoefficienten der positiven

---

1) Um unseren Werth von ε für grosse Incidenzen in die Cauchy-Quincke'sche Form überzuführen, hat man denselben etwa durch 2 zu dividiren. Es kommt so: $\varepsilon' = \frac{n^2 - n_m^2}{2(n^2 - 1)}$, wofür sich angenähert auch: $\varepsilon' = \frac{n - n_m}{2(n-1)}$ schreiben lässt. Sofern endlich für die Mehrzahl der untersuchten Substanzen (insbesondere Gläser) nahezu $n - 1 = 0{,}5$ ist, so hat man im Durchschnitt: $\varepsilon' = n - n_\infty$, was in der That mit den Beobachtungen nicht übel harmonirt.

Digitized by Google

Mittel für die gewöhnliche optische Strahlung durchweg gross, diejenigen der negativen Mittel durchweg klein sind, sofern eben die bezüglichen n von n_1 sehr weit abstehen, resp. denselben recht nahe liegen.

Zum Schluss bemerke ich noch, dass unsere gesammte Entwicklung sich nur auf solche Mittel bezieht, in deren Inneren die Aetherschwingungen, die von aussen her einfallen, sich zwar vorübergehend in Aether- und Körperschwingungen umsetzen, ohne jedoch durch irgend welche Aenderung der Schwingungsdauer und Schwingungsart den Körpertheilchen eine bleibende lebendige Kraft zurückzulassen, resp. an ihnen innere Arbeit zu verrichten. Das System dieser letzteren wäre daher, wenn auch nicht als träger Ballast, so doch als absolut elastisch zu betrachten. Ausgeschlossen sind daher streng genommen alle Mittel, in denen das durchstrahlende Licht wenigstens eine merkliche Temperaturerhöhung oder eine merkliche Zustandsänderung des ponderablen Gefüges hervorruft, sowie endlich die fluorescirenden Mittel, sofern sie die von aussen gegebene Schwingungsdauer in eine Summe neuer Schwingungsdauern auflösen und dadurch die Brechbarkeit verändern.

Wenn freilich die Beobachtung lehrt, dass es keine absolut adiathermanen Mittel gibt, und wenn insbesondere die neueren Arbeiten Vierordt's[1]) gezeigt haben, dass die wirkliche Auslöschung des Lichtes bei den Substanzen mit Oberflächenfarben, z. B. beim Fuchsin, für die Mittellinie ihrer Dispersionscurve im Maximum ist und überhaupt mit der Annäherung an dieselbe von beiden Seiten her zunimmt, so werden wir im allgemeinen der Erfahrung zufolge einen Ausdruck von der Form:

$$191. \qquad \varrho = A\, e^{-\mathfrak{h}^2 \delta} \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{\delta}{l}\right),$$

als das Gesetz dieser Auslöschung betrachten dürfen, aber darin hat dann selbstverständlich $\mathfrak{h}^2$ das negative Vorzeichen. Auch dieses $\mathfrak{h}$ erscheint sonach als Function der Wellenlänge und der charakteristischen Strahlen des Mittels, und man mag überdies zugeben können, dass dasselbe

1) Pogg. Ann. Bd. 151, S. 119.

Digitized by Google

(sofern es nicht als Reibungs-, sondern als Diffusionsconstante auftritt) für sich besonderer Maxima und Minima fähig sei.

Zusatz.

Zur Theorie der (anomalen) Dispersion des Lichtes.

Hr. Helmholtz hat in den Monatsber. der Berl. Akad. (Sept. 1874) eine Theorie der anomalen Dispersion gegeben, welche gleichfalls auf der Annahme eines Zusammenschwingens von Körper- und Aethertheilchen basirt. Wenn er indess Sellmeier gegenüber den Einwand erhebt, dass derselbe in seine Rechnungen keine Kraft eingeführt habe, welche die mechanische Arbeit der schwingenden Bewegung als solche vernichten könne, so thut er selbst das in einer Weise, die, analog dem Verfahren von Cauchy und Beer, eine negative Metallreflexion unmöglich macht.

Hrn. Helmholtz's Bedenken gegen meine eigenen seitherigen Aufstellungen hoffe ich durch die vorstehende Abhandlung, also insbesondere durch den Nachweis einer nur scheinbaren Unstetigkeit der Dispersionscurve und ebenso einer nur scheinbaren Gleichwerthigkeit der beiden Asymptoten der Fig. 3 sowie endlich durch den Umstand, dass die für das Absorptionsgebiet geforderte Phasenverschiebung von Körper- und Aethertheilchen eine besondere Einführung von *implicite* schon mitgegebenen Reibungscoefficienten überflüssig macht, einigermassen begegnen zu können.

Im Folgenden will ich indess versuchen, die Gesetze der Dispersion des Lichtes aus den Bewegungsgleichungen selber abzuleiten.

Zu dem Ende erinnere ich zunächst an Gleichung 10, die ohne Weiteres auch die Form annimmt:

$$1. \qquad \frac{d^2\varrho}{dt^2} = \frac{e}{m + \frac{\varrho'^2}{\varrho^2} m'} \frac{d^2\varrho}{dx^2} = \omega^2 \frac{d^2\varrho}{dx^2},$$

und in der die bewegende Kraft für jede einzelne Farbe als eine Function der Constanten e des freien Aethers sowie des entsprechenden (mittleren) Amplitüden- und Massenverhältnisses der Körper- und Aethertheilchen gegeben ist. Es handelt sich nunmehr darum, die Differentialgleichungen für die beiden Arten von Schwingungen getrennt für sich aufzustellen.

Sind wieder m', m die Massen der Volumeinheit, so hat man $m' \frac{d^2\varrho'}{dt^2}$, $m \frac{d^2\varrho}{dt^2}$ als die auf sie wirkenden Kräfte, gemessen durch die Beschleunigung. Andererseits werden diese Kräfte folgendermaassen zusammengesetzt sein.

Digitized by Google

Beachtet man, dass Gleichung 1 zufolge einzig die elastische Deformation des Aethers, deren Constante e ist, sowohl die Massen m als m', aber beide in verschiedener Weise, in Bewegung setzt, so vertheilt sich die Kraft derselben in mehrere Componenten.

Sie zieht zunächst eine elastische Deformation der Körpertheilchen nach sich, und der dazu verbrauchte Theil ist offenbar äquivalent einer Kraft $\varepsilon' \frac{d^2\varrho'}{dx^2}$. Es wirken aber auch die benachbarten Aethertheilchen auf das einzelne Körpertheilchen ein und ziehen dasselbe mit irgend einer Kraft $x^2\varrho'$ in seine Gleichgewichtslage zurück. Auch diese letztere Kraft wird, soweit sie den Aethertheilchen nicht rückwärts wieder zu gute kommt. einem Theil der Deformation des Aethers das Gleichgewicht halten.

Was daher andererseits die Bewegung der Aethermasse für sich betrifft, so bleibt von der gesammten Deformationskraft nur noch ein nicht verbrauchter Theil $\varepsilon \frac{d^2\varrho}{dx^2}$ übrig. Zu dieser tritt nun diejenige hinzu, die herrührt aus der erwähnten Rückwirkung der benachbarten Körpertheilchen. Diese letztere wird sich aber den Aethertheilchen gegenüber und zwar im grossen Ganzen (denn wir haben es nur mit mittleren Schwingungen zu thun, die von denen der einzelnen Aethertheilchen je nach deren Abstand von den Körpermassen ziemlich verschieden sein mögen) nur in Form von Deformationskraft äussern, und so setzt sich dieselbe in eine äquivalente Kraft $bx^2 \frac{d^2\varrho}{dx^2}$ um, die geradezu dem Coefficienten x^2 proportional ist, und in der b eine Constante bedeutet. Setzt man endlich $\varepsilon' = a\varepsilon$, unter a eine zweite Constante verstanden, so schreiben sich die Bewegungsgleichungen wie folgt:

2.
$$m' \frac{d^2\varrho'}{dt^2} = a\varepsilon \frac{d^2\varrho'}{dx^2} - x^2\varrho'$$
$$m \frac{d^2\varrho}{dt^2} = (\varepsilon + bx^2) \frac{d^2\varrho}{dx^2}.$$

Um dieselben zu integriren, setzen wir:

$$\varrho' = A' \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} + \frac{x}{l}\right), \quad \varrho = A \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} + \frac{x}{l}\right).$$

Führt man diese Werthe ein, so gehen dieselben in die folgenden über:

$$\frac{m'}{T^2} = a \frac{\varepsilon}{l^2} + \frac{x^2}{4\pi^2}$$
$$\frac{m}{T^2} = \frac{\varepsilon + bx^2}{l^2}$$

Diese Bedingungen müssen also zwischen den Constanten der vorstehenden Gl. erfüllt sein, wenn sie als Integrale der Gleichungen 2

Digitized by Google

zulässig sein sollen. Eliminirt man aus ihnen $\varkappa^2$, so erhält man unter Beachtung der Beziehung: $l = \omega T$ für das Quadrat der Fortpflanzungsgeschwindigkeit:

$$\omega^2 = \frac{\varepsilon}{m} \frac{l^2 - 4\pi^2 ab}{l^2 - 4\pi^2 b \frac{m'}{m}}.$$

Setzt man noch zur Abkürzung:

$$\frac{\varepsilon}{m} = \omega_\infty^2, \quad 4\pi^2 ab = \Delta_0^2, \quad 4\pi^2 b \frac{m'}{m} = \Delta_0^2 (1 - D),$$

woraus wegen $v^2 = \frac{e}{m}$:

$$\varepsilon = \frac{e}{n_\infty^2}, \quad D = 1 - \frac{m'}{a\,m},$$

so wird:

$$\frac{1}{n^2} = \frac{1}{n_\infty^2} \frac{l^2 - \Delta_0^2}{l^2 - \Delta_0^2 (1 - D)} = \frac{1}{n_\infty^2} \frac{1}{1 + \frac{D \Delta_0^2}{l^2 - \Delta_0^2}},$$

welche Gleichung mit dem Dispersionsgesetz der S. 109 identisch ist.

Würde man andererseits aus den beiden obigen Bedingungsgleichungen den Werth ε anstatt $\varkappa^2$ eliminiren, so erhielte man durch Vergleich der beiden Ausdrücke für ω:

$$-\varkappa^2 = \frac{\varepsilon}{m} \frac{4\pi^2 (am - m')}{l^2 - 4\pi^2 b \frac{m'}{m}} = \frac{e}{n_\infty^2} \frac{4\pi^2 aD}{l^2 - \Delta_0^2 (1 - D)},$$

so dass sich diese Kraft (wegen $\varrho' < \varrho$) als negativ erweist. Und weiter:

$$-b\varkappa^2 = \frac{e}{n_\infty^2} \frac{D \Delta_0^2}{l^2 - \Delta_0^2 (1 - D)}.$$

Nun habe ich in einer früheren Arbeit gezeigt, dass sowohl für Gase als Flüssigkeiten D anscheinend der (auf Wasser von 4° bezogenen) Dichtigkeit Δ des Mittels proportional ist, und dass Δ_0^2 eine von dieser Dichtigkeit unabhängige absolute Constante ist, deren Werth sogar für die drei Hauptbrechungsindices einer anisotropen Substanz der gleiche bleibt. Setzt man daher:

$$\frac{m'}{m} = A \cdot \Delta, \quad D = B \cdot \Delta, \quad ab = C,$$

so erhält man:

$$a = \frac{A \cdot \Delta}{1 - B \cdot \Delta}, \quad \frac{1}{b} = \frac{A \cdot \Delta}{C (1 - B \cdot \Delta)}.$$

Nimmt also Δ bis zur Gränze der Verdünnung ab, so wird schliesslich:

$$\frac{d^2 \varrho'}{dt^2} = \frac{0}{0}, \quad m \frac{d^2 \varrho}{dt^2} = e \frac{d^2 \varrho}{dx^2}.$$

Digitized by Google

Ueber vulkanische Kraft:

ein Versuch ihre wirkliche Ursache und ihre kosmischen Beziehungen zu entwickeln.

Von

Robert Mallet.

Aus dem Englischen übertragen und mit einigen Anmerkungen begleitet von A. v. Lasaulx*).

---

1. „Plutonische Thätigkeit" ist lange Zeit von den Geologen als ein weiter Ausdruck gebraucht worden, um damit Kräfte zu bezeichnen, von denen man wenig kannte, die im Innern der Erde wirksam sind und die sich entweder überhaupt an der Erdoberfläche nicht unmittelbar äussern oder wenn dieses, dann wenigstens nur in der Gestalt von heissen Quellen, Erdbeben u. dergl., wohingegen unter vulkanischer Thätigkeit, die sich an der Erdoberfläche in den Erscheinungen erloschener, ruhender und thätiger Vulkane ausdrückt, immer im Allgemeinen etwas der Natur und dem Grade der Thätigkeit nach ganz verschiedenes verstanden wird. Einige Beziehungen allerdings ziemlich

---

*) Wenn ich auf des Verfassers Wunsch es gerne übernommen habe, diese Arbeit durch Uebersetzung auch in weiteren deutschen Kreisen einzuführen, so muss ich hierbei doch bemerken, dass ich damit nicht eine vollständige Uebereinstimmung mit den darin vorgetragenen Ansichten auszusprechen beabsichtige. Immerhin aber scheint mir die interessante Arbeit einer sorgsamen Prüfung werth und mag derselben hiermit empfohlen sein. Wo ich es für nöthig fand, einzelne Punkte aufzuklären, oder abweichende Ansichten ausdrücklich hervorzuheben, habe ich dieses durch Anmerkungen gethan, in denen auch solcher Arbeiten gedacht worden ist, die dem Verfasser noch nicht zn Gebote gestanden hatten. v. L.

Digitized by Google

unbestimmter Art, hat man zwischen beiden bestehen lassen; jede aber hat wechselweise für die andere als Ursache und Wirkung gelten müssen. Eine dritte Klasse von Wirkungen zeigt sich in den „Erhebungen", die von den Geologen wieder im Allgemeinen als von den beiden andern verschieden aufgefasst werden, obschon auch ihnen nicht alle Beziehungen zu den vorhergehenden abgesprochen werden können. Es ist wohl richtig, dass alle diese Erscheinungen unter so weite und unbestimmte Begriffe zusammengefasst wurden, wie die Bezeichnung Humboldt's, der sie „die Reaktion des Erdinneren gegen die Rinde" nennt, aber es ist wohl kaum ein Versuch gemacht worden, sie alle als Wirkungen einer gemeinschaftlichen Ursache zu vereinigen, einer Ursache, die gleichmässig mit kosmischen Thatsachen und mit dem Mechanismus unserer Erde in Zusammenhang gebracht werden kann. Sir William Thomson, der alle diese Erscheinungen von der stolzen Höhe der Thermodynamik aus beurtheilt, — von der aus auch der Verfasser sie in's Auge zu fassen gedenkt, — führt dieselben alle ausdrücklich auf die Verbreitung einer Kraft zurück, die als terrestrische Wärme in unserm Planeten vorhanden ist und hat für den ganzen Wechsel der Erscheinungen den Ausdruck: „Plutonische Wirkung" gebraucht, die er als eine: „Umsetzung von Kraft, die der Erde innewohnt", bezeichnet.

2. Der Verfasser lässt Thomson's Ansicht gelten, so weit er mit ihr bekannt ist und sieht in ihr die Basis einer zukünftigen „physikalischen Geologie."

Gleichwohl hat Thomson nicht versucht, wenigstens so weit der Verfasser weiss, diesen allgemeinen Gesichtspunkt, dass Erdbeben, Vulkane u. s. w. von der Umsetzung terrestrischer Wärme herrühren, so auf die bekannt gewordenen Thatsachen anzuwenden, dass daraus irgend eine Erklärung für den unmittelbaren Mechanismus dieser Vorgänge im Innern der Erde sich ergäbe. Auch hat er dieselben nicht in Beziehung zu bringen versucht zu der „Erhebungstheorie" der Geologen, wodurch er exakte und richtige Ansichten an Stelle der gangbaren irrigen Ansichten über die Art der Kräfte, welche die Bergketten erhoben

Digitized by Google

und die Unebenheiten der Erdoberfläche verursacht haben, hätte setzen können, hierbei natürlich von den vielfachen Erosionswirkungen des Wassers in Bezug auf die Oberflächengestaltung ganz abgesehen.

Ein Versuch, dieses zu thun, wenigstens in so allgemeinen Umrissen, wie überhaupt die Kenntniss von diesen Dingen es zulässt, ist der Zweck dieser Arbeit. Der Ausdruck: „Plutonische Thätigkeit" ist nicht wohl empfehlenswerth, da er schon lange von den Geologen in einem andern Sinne gebraucht ist: Vulkanicität ist vorzuziehen, der Verfasser hat ihn schon früher vorgeschlagen (über Erdbeben 4. Bericht. Brit. Assoc. Rep. 1858) und versteht darunter sowohl die in Vulkanen (Vulcanologie) als auch in Erdbeben (Seismologie) sich äussernde Kraft. Unter die erstere Abtheilung mögen auch die Erhebungskräfte gerechnet werden, und unter die zweite die heissen Quellen, obschon bei einer besseren Kenntniss des Mechanismus aller dieser Erscheinungen die Schärfe der Abgrenzung immer mehr verschwinden wird.

3. Die Erscheinungen bei vulkanischen Ausbrüchen und bei Erdbeben sind leidlich gut beobachtet worden. Der unmittelbare Mechanismus der letzteren kann wohl als verstanden gelten, während die Ursache oder Ursachen der Bewegung, und es können ja zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten verschiedene Ursachen gewesen sein, noch sehr im Dunkel liegen. Auch der innere Mechanismus vulkanischer Ausbrüche, nur das ausgenommen, was sichtbar und fühlbar ist, ist noch ebenso dunkel und zwar besonders aus dem Grunde, dass man noch keinen rationellen Ursprung für die hohen Temperaturen nachweisen konnte, die bei vulkanischen Ausbrüchen erweislich vorhanden sind.

Wer dafür eine richtige Quelle angeben kann, besitzt den Schlüssel zum ganzen Geheimniss. Denn ein kosmischer Mechanismus für die Produktion der Wärme, der mit der lokalen Vertheilung derselben und mit den fast launenhaft unregelmässig wiederkehrenden Eruptionen und allen andern Erscheinungen der Vulkane, vom kleinsten bis zum grössten, in Einklang steht, wird mit der Annahme

Digitized by Google

einer erkaltenden Erdkugel sogleich verständlich. Weiter ist man auch in der Annahme eines Zusammenhanges, wenn nicht voller Identität — nur der Grad der Intensität zwischen vulkanischen und seismischen Erscheinungen ausgenommen, denen ja wohl im Allgemeinen ein gemeinsamer Ursprung zuerkannt wird — noch nicht wohl gekommen.

Vulkane folgen, trotz der unsicheren Unterscheidung von Buch's in lineare und centrale Gruppen, den Linien der Oberflächenerhebungen, d. h. der Gebirgsketten; Ausnahmen sind nur einzelne deutlich (4. Rep. über Erdbeben Brit. Assoc. 1858). Auch hat der Verfasser in seinem Erdbeben-Katalog gezeigt, dass Erdbeben im Ganzen im Bereiche gewisser seismischer Regionen sich zu ereignen pflegen, und diese liegen und erstrecken sich an irgend einem Gebirgsabhange hin (1). Und endlich treten heisse Quellen vorzüglich in solchen Gegenden empor, die durch Gebirgserhebung und durch vulkanische und seismische Thätigkeit besonders gestört erscheinen. Und doch gibt es im Allgemeinen überall heisse Quellen, wie es auch überall Erdbeben geben kann.

So finden wir darin eine die verschiedenen Erscheinungen verbindende Gemeinsamkeit, dass Vulkane, Erdbeben und heisse Quellen den Linien der Gebirgserhebung oder Gebirgsstörung folgen.

Und das ist so ziemlich alles, was wir mit Bestimmtheit über eine Gemeinsamkeit ihres unterirdischen Ursprunges sagen können.

4. Jeder unterirdische Stoss kann ein Erdbeben verursachen, und für diese Stösse muss es verschiedenartige Ursachen geben; denn ein Stoss, der eine Erschütterung bewirkt, wie die von Riobamba, kann nicht wohl derselbe sein, wie der, welcher das jahrelang fortdauernde Zittern von Piquerol und Comrie hervorruft.

Mit Beziehung auf vulkanische Ausbrüche erscheint es möglich, dass das Drängen der eruptiven Kräfte Erderschütterungen bewirke, ehe oder nachdem dieselben die Erdoberfläche durchbrochen haben. Aber wir können bloss

---

1) Die Anmerkungen des Uebersetzers folgen am Schlusse.

Digitized by Google

der Erscheinung nach die meisten Erdbeben nicht mit vulkanischen Wirkungen in Verbindung setzen, insofern gerade bei den gewaltigsten keine lokalen Veränderungen der Oberflächentemperatur der Erde erkannt werden können.

Wir können sie nur dann auf einen gemeinsamen Ursprung zurückführen, wenn es uns gelingt, irgend eine Art von kosmischem Mechanismus zu finden und zu beschreiben, der durch die terrestrische Wärme in Thätigkeit gesetzt wird und der hinreichende Kraft entwickelt, um für alle diese Erscheinungen auszureichen. Er muss ferner die Probe bestehen, wenn er auf jede einzelne bestimmt erkannte Thatsache angewendet wird, sei es auf Vulkane, auf Erdbeben oder Gebirgserhebung, er darf keine Thatsache unerklärt lassen und muss sich den Gesetzen der kosmischen Physik so fügen, dass in gleicher Weise die Erscheinungen auf unserem Planeten als auch auf andern und deren Satelliten ihre Deutung dadurch finden, so weit uns sichere Thatsachen von diesen zu Gebote stehen.

5. Es ist nicht möglich, in den Grenzen dieser Abhandlung auf eine breite Discussion der Theorien einzugehen, die man über die Natur und den Ursprung vulkanischer Thätigkeit und der Gebirgserhebung aufgestellt hat. Eine kurze Betrachtung der gewöhnlichen Ansichten der Geologen über diese Fragen ist dennoch nöthig, um hierbei die augenscheinlichsten Fehler derselben zu betonen und ihren Gegensatz zu den in dieser Arbeit aufzuhellenden Gesichtspunkten hervorzuheben.

6. Vulkanische Theorien hat es immer von zweierlei Art gegeben: chemische und mechanische Theorien. Wenn wir alle älteren übergehen, so war es vorzüglich Davy's Ansicht, die eine gewisse Aufmerksamkeit erregte. Seine auch von Daubeny und de la Beche z. Th. unterstützte Annahme war die, dass vulkanische Wärme aus der Oxydation der Alkalien im Contakt mit Wasser hervorgehe. Wäre diese Theorie nicht von dem glänzenden Talente Davy's gerade zu der Zeit geschaffen worden, wo er die alkalischen Basen entdeckt hatte, sie würde wohl kaum auch nur eine vorübergehende Aufnahme gefunden haben. Davy selbst gab sie später auf. Wenn wir bedenken,

Digitized by Google

dass die Mineralgemengtheile der bekannten Gesteine nicht mehr als 4—5% Alkalien zusammengenommen enthalten, und wenn wir die Natur der Gesammtauswurfsmassen vulkanischer Ausbrüche, und besonders ihre gas- und dampfförmigen Produkte, wie sie uns viele Forscher schildern, Daubeny selbst zunächst, Abich, Bunsen, St. Claire-Deville und Fouqué, mit den aus Davy's Hypothese nothwendig werdenden Produkten vergleichen, so erscheint es fast wunderbar, dass eine so willkührliche Theorie überhaupt jemals Aufnahme gefunden hat.

Keine andere chemische Theorie kann an ihre Stelle gesetzt werden. Alle grossen und gewaltig wirkenden chemischen Vorgänge, mächtig wie sie in der ersten Zeit des Planeten sein mussten, wo die Stoffe in Dampfform und durch die hohe Temperatur unverbunden vorhanden waren, sind seitdem lange zur Ruhe gekommen.

7. Als sich nach und nach die Hitze der zusammenschrumpfenden Masse, die aus der Dampfform zu dem flüssigen Zustande überging, zerstreute und diese dann in den äusseren Theilen erstarrte, da waren die chemischen Verwandtschaften der 60 und mehr bekannten Elemente durch die Bildung von Verbindungen gesättigt, deren Entstehungsfolge und Bedingungen einst die Chemie aufzuklären hoffen darf, wo ihr das heute noch nicht möglich ist.

8. Dass noch jetzt im Innern der Erde grosse Massen unverbundener Metalle von hohem specifischem Gewichte und hohem Schmelzpunkte und von ausgesprochen electronegativem Verhalten sich finden, wie Gold und Platin, wozu wir auch noch das Eisen rechnen dürfen, wenn es im Urnebel im Ueberschusse vorhanden war, das erscheint durchaus wahrscheinlich. Wir können das schliessen, einmal aus einer gewissen Reihenfolge in den Condensationsvorgängen während der Bildung der Erdkugel, die wir aufzustellen in der Lage sind, dann aber, weil es fast der einzige Weg ist, die mittlere Dichtigkeit der ganzen Erde, im Gegensatze zu der der bekannten Erdrinde zu erklären.

Aber die chemischen Elemente, welche diese Kruste bilden, sind im Ganzen in verbundenem Zustände, und da-

Digitized by Google

her bleibt hier keine chemische Kraft übrig, die sich in Wärme und in Arbeit umsetzen könnte.

9. Denn die kleinen chemischen Umwandlungen, die noch jetzt auf der Erde vor sich gehen und vorzüglich in einer Wechselwirkung von Luft und Wasser oder wässrigen Lösungen auf die verschiedenen Bestandtheile der Erdkruste bestehen, können wir in Bezug auf vulkanische Arbeit ganz ausser Betracht lassen. Ebenso können wir als vollkommen unzulänglich alle chemischen Processe übergehn, die während der vielleicht noch nicht ganz beendeten Periode der Bildung von Erzlagern und Gängen in Thätigkeit waren. Mit einem Worte, die chemischen Elemente der Erdkruste und des Erdkernes, soweit wir davon etwas kennen, haben einen Zustand chemischen Gleichgewichtes erreicht, den wir zudem als sehr stabil bezeichnen können. Und so sind wir zu dem Schlusse gezwungen, dass auch alle Anzeichen chemischer Vorgänge, der Zersetzung oder der Vereinigung, wie sie uns in den Produkten der Vulkane sich bieten, nur das erkennen lassen, dass chemische Processe durch die hohe Temperatur eingeleitet werden, die im Heerde der vulkanischen Thätigkeit vorhanden ist.

10. Wärme ist zum Theil in chemische Arbeit umgesetzt worden, nicht aber chemische Kraft in Wärme. So kann denn fernerhin keinerlei „chemische Theorie“ der Vulkane mehr Platz finden, und wir sind auf die Theorie allein angewiesen, die man gewöhnlich, wenn auch nicht ganz zutreffend, die mechanische nennt. Sie hat zu verschiedenen Zeiten in verschiedener Form Gültigkeit gehabt, aber sie fusste immer auf der Annahme, dass unsere Erde noch und schon seit lange aus einem flüssigen Kerne von Schmelzmasse von sehr hoher Temperatur und einer diesen bedeckenden erstarrten Rinde bestehe; in dieser seien die Theile chemisch fast gleichartig, jedoch seien die obersten Schichten derselben dislocirt, zerbrochen, zerstört und wieder neugebildet, und so zu wechselnder Oberflächengestalt durch diese langsam wirkenden, oberflächlichen Processe herausgebildet worden, die als das Gebiet der Geologen gelten können.

Digitized by Google

11. Die Hypothese von dem schmelzflüssigen in hoher Temperatur befindlichen Erdkerne basirt vorzüglich auf zwei Grundlagen. Diese sind: 1) die Lehre Laplace's, dass unser Planet wie alle übrigen nebularen Ursprunges sei, und daher das Innere seiner erkaltenden Kugel wärmer sein muss als die äussere Schaale; 2) die Beobachtung der Temperatur, woraus sich ergibt, dass dieselbe mit zunehmender Tiefe, allerdings in sehr abweichender Weise, sich steigere.

12. Dass unsere Erde im Innern eine höhere Temperatur besitzt als nahe oder auf ihrer Oberfläche, ist eine Thatsache, aber dass sie einen schmelzflüssigen Kern besitze, ist nur eine Hypothese, allerdings eine sehr wahrscheinliche. Die Zunahme der Temperatur nach der Tiefe soll einfachen arithmetischen Gesetzen folgen, wie man wohl sehr übereilt angenommen hat, dieses aber und die Thatsachen terrestrischer Leitungsfähigkeit, so weit diese bekannt sind, führten zu der Annahme, dass die feste Erdrinde verhältnissmässig dünn sei. Hierdurch wurde eine unbegrenzte Quelle flüssiger Lava geliefert; die Frage blieb nur, was drängte dieselbe durch diese dünne Kruste und warf sie mit anderen Stoffen auf die Oberfläche der Erde. Einige nahmen an, und unter diesen mag Belli wegen seiner geschickt angelegten Arbeiten hervorgehoben werden, dass die Erdrinde so dünn sei, dass sie lediglich auf dem flüssigen Kerne schwimme. Dazu dachte man sich einen Mechanismus, der die Erdrinde in getrennte Schollen zerbrach und nahm an, dass ihre Dichtigkeit grösser sei, als die des tragenden Schmelzflusses. Das Einsinken der Schollen in den letzteren bewirke dann das Heraufsteigen der flüssigen Lava in die Zwischenräume.

13. Diese Theorie, die man als hydrostatische bezeichnen kann, hat wieder einige Modificationen erlitten. Eine andere geologische Schule und zwar an Anhängern die reichste, nahm an, infiltrirte Wasser hätten den schmelzflüssigen und weissglühenden Kern an gewissen Stellen erreicht und die Spannung der gebildeten Dämpfe habe Lava und Auswurfsmassen emporgedrängt. Aber auch diese Theorie hat dann wieder ihre Modificationen.

Digitized by Google

Die letztgenannte Ansicht ist ohne Zweifel so weit richtig, als sie die allgemeine Erfahrung von Auswürfen durch Dampfspannung betrifft. Aber unüberwindliche Schwierigkeiten scheinen sich gegen die Annahme eines einzigen grossen Reservoirs für die weissglühende Masse zu erheben, eines Reservoirs, welches also allen Vulkanen der Erde gemeinsam sei.

14. Kein Zeichen eines solchen allgemeinen Zusammenhanges mit einer gemeinsamen Quelle schmelzflüssiger Gesteine in der Tiefe liegt vor. Im Gegentheil vulkanische Ausbruchsstellen, die oft nahe bei einander liegen, zeigen keine Spur solchen unmittelbaren Zusammenhanges. (2)

Ihre Aeusserungen zeigen keinen Synchronismus; ihre Paroxysmen sind isolirt und lassen periodische Wiederkehr erkennen; ihre Auswürflinge, fest, flüssig oder gasförmig, wenngleich sie in allen Theilen der Welt eine gewisse Aehnlichkeit zeigen, sind dennoch weder nach chemischer Constitution, noch nach ihrer Temperatur übereinstimmend. Sie zeigen sich zu verschiedenen Zeiten verschieden und deuten auf säculare Wechsel in geologischer Zeit. Die flüssigen und festen Auswurfsmassen zeigen keine solche Uebereinstimmung an allen Krateren, als sie die Annahme eines gemeinsamen Reservoirs der Schmelzmasse voraussetzt, deren Zusammensetzung gewiss nicht in derselben Tiefe als eine verschiedene angenommen werden kann. Im Gegentheile zeigen sie deutliche Beziehungen zu den Gesteinen, durch welche die vulkanischen Schlote hindurchgehen und über denen sie gelagert sind. Keine dieser Schwierigkeiten, und es lassen sich noch andere nicht ungewichtige hinzufügen, ist bis jetzt noch gehoben worden.

15. Eine weitere Schwierigkeit entsteht dann, wenn die Ergebnisse der Astronomie uns zu der Annahme zu zwingen scheinen, dass die Erdkruste nicht dünn, sondern im Gegentheile sehr dick sein müsse. Nicht unfassbar würde es sein, dass die schmelzflüssigen Gesteine aus dem Erdkerne bis an die Oberfläche dringen können, wenn sie auf Spalten oder Rinnen durch eine Rinde von 20 oder 60 Meilen *) Dicke hindurchgehen. Aber schwer zu begreifen

*) Alle Mass- und Gewichtsangaben beziehen sich, so weit das

Digitized by Google

und vielleicht geradezu unglaublich würde es erscheinen, sie durch Kanäle von 800—1000 Meilen Tiefe emporgepresst zu sehen. Eine Frage, die hierher nicht gehört, ist die, welchen Grad von Bedeutung die Arbeit des verstorbenen W. Hopkins haben möge, in der er aus Precession und Nutation folgert, dass die Erdkruste mehr als 800 Meilen Dicke haben müsse.

Die Schwierigkeiten, die gegen seine Schlüsse sich erheben, und die daher kommen, dass er die Verhältnisse der Zähigkeit und Reibung zwischen flüssigem Kerne und fester Kruste an der Contactfläche vernachlässigt, hat Delaunay wirksam hervorgehoben. Sie sind im Allgemeinen gewiss unterschätzt worden und man begegnet ihnen in der That nur bei den Mathematikern, die Anhänger von Hopkins waren. Delaunay zeigte, dass wenn die physikalische Schwierigkeit solcher Reibung u. s. w. zugegeben wird, dann andere mathmatische Schwierigkeiten sich dem Bestreben entgegenstellen, die Methode von Hopkins überhaupt als befähigt anzunehmen, über die Dicke der Erdrinde zu entscheiden. Das glaubt auch der Verfasser nicht. Dass aber gleichwohl die Dicke der Erdkruste keine geringe ist, das glaubt der Verfasser auf Grundlage von Betrachtungen, die von jenen Hopkins ganz verschieden sind. Eine Stütze findet diese Ansicht in der Untersuchung W. Thomson's über die Rigidität der Erde, wenigstens bei denen, welche zugeben, dass seine mathematischen Entwicklungen auf physikalischer Grundlage hinlänglich begründet sind. Allerdings hat die vereinte Schlussfolgerung des physikalischen Astronomen und des Geologen eine neue Schwierigkeit für beide geschaffen. (3)

16. Der Geologe, gehemmt durch eine feste Gesteinskruste von 800 Meilen Dicke, die er durchaus nicht abzu-

---

nicht ausdrücklich bemerkt wird, auf englische Werthe. Die engl. Meile = 1760 yards = 1,61 Kilometer = 0,2169 geogr. Meile; die geogr. M. = 4,6 engl. M. 1 engl. Fuss = 12 Zoll = 0,3047 m.; 1 □F. engl. = 0,0929 □ m. 1 Kub.-F. engl. = 0,0283 Kub.-m. 1 fathom = 6 engl. F., 1 engl. Pfund = 0,4536 Kilogr.

Der Uebersetzer.

Digitized by Google

streiten vermag, kann die flüssige Lava aus solcher Tiefe nicht mehr an die Oberfläche bringen, er hat aber keine andere Quelle für die vulkanische Hitze und die Auswurfsmassen an die Stelle zu setzen.

Der Mathematiker hat die Thatsache vor sich: es gibt Vulkane. Die Schwierigkeit für den Geologen gibt er zu, er begegnet ihr durch die unvollständige und unbewiesene Hypothese, dass in verschiedenen Tiefen der festen Erdrinde Seen oder wenigstens isolirte Mengen schmelzflüssiger Gesteine existirten und nimmt an, von diesen aus würden die Kratere gespeist; diese Tiefen müssen im Ganzen nicht sehr beträchtlich unter die Erdoberfläche hinuntergehen. (4)

17. Nichts kann hinfälliger und weniger überzeugend erscheinen, als der Versuch Hopkins, eine vernünftige Erklärung oder Unterstützung dieser willkührlichen und sehr unwahrscheinlichen Hypothese zu liefern. Soweit dem Verfasser bekannt ist, hat er dieses zuerst in seinen: Researches in Physical Geology 2. series, Phil. Trans. 1842. Part II versucht. Dort sagt er: Wir sind zu der Annahme gezwungen, dass die Schmelzmasse der thätigen Vulkane in unterirdischen Reservoirs von beschränkter Ausdehnung vorhanden sei. Diese Sammelräume bilden unterirdische Seen, aber keinen unterirdischen Ocean p. 51. Einige Seiten weiter fügt er hinzu: „Wenn wir finden, dass die Hypothese von der Existenz unterirdischer schmelzflüssiger Becken in nicht grosser Tiefe uns in den Stand setzt, uns bestimmt auf Grund exakter Forschungen, die auf mechanischen Principen basiren, Rechenschaft zu geben über die Erhebungserscheinungen . . . , dann haben wir den vollen Beweis für die Richtigkeit der Hypothese, soweit die Natur der Sache einen solchen überhaupt zulässt."

Das heisst also, die Existenz solcher Seen zugeben, wenn wir auch Hopkins' physikalische Auffassung der Erhebungserscheinungen zugeben, die nach ihm in einem vertikal aufwärts wirkenden Drucke der flüssigen Masse gegen die bedeckende feste Kruste ihre Ursache finden. Wenn aber, wie wir nunmehr sehen werden, Hopkins' Grundannahme von der erhebenden Kraft irrig und un-

Digitized by Google

haltbar ist, dann fusst auch die Annahme von solchen Seen nur auf inneren Unwahrscheinlichkeiten und steht verlassen. Auf S. 52 ist der einzige Versuch, für diese Becken feurigflüssiger Schmelzmasse eine vernünftige Herkunft zu bezeichnen, so ausgedrückt: „Es scheint wahrscheinlich, dass ihre Entstehung einer leichteren Schmelzbarkeit der Masse zuzuschreiben sei, die sie bildet, und ihr Verharren im flüssigen Zustande mag zum Theil auf derselben, zum Theil auf einer andern Ursache beruhen, die nunmehr entwickelt werden soll." Diese andere Ursache aber, die auf S. 52 und 53 behandelt wird, ist nur eine neue Hypothese. Nimmt man an, dass der über dem schmelzflüssigen See aufliegende Druck der Schaale ganz oder zum Theil dadurch aufgehoben wird, dass diese wie ein Gewölbe sich selbst trage, dann muss die Abnahme des Druckes den Schmelzpunkt der flüssigen Massen herunterdrücken und diese somit länger flüssig erhalten.

18. Keine einzige der das Material unserer Erdkruste betreffenden Thatsachen kann uns zu der Annahme isolirter Massen von grösserer Schmelzbarkeit als die übrigen zwingen, von dem Materiale nicht zu reden, welches ex necessitate vom Wasser durchdrungen ist, welches von der Oberfläche kommt, der jenes nachweisbar nahe liegt; denn ohne Wasser lässt sich kein Vulkan denken. Andere ernste Schwierigkeiten begegnen uns bei dem Versuche, jene Ansicht durch eine Vergleichung mit den an Krateren beobachteten Erscheinungen weiter zu verfolgen, dafür bleibt uns hier kein Raum und gehen wir daher dazu über, einige Bemerkungen über die Erhebungstheorien zu machen.

19. Die Worte: elevation, upheaval, Aushebung *), soulèvement sind von den Geologen aller Länder und besonders von denen Englands immer in weitester Bedeutung angewendet worden, so weit es sich um den Ausdruck einer bestimmten Ansicht über die Art der Kräfte oder den Mechanismus dieser Bewegungen handelt.

Ein Ueberblick über die Schriften der Geologen lässt gleichwohl erkennen, dass die allgemeine Ansicht über die

*) Erhebung wohl im Deutschen gewöhnlicher.

Digitized by Google

„Erhebung“ dahin geht, dass dieselbe durch eine unter beschränkter Oberfläche thätige Kraft bewirkt werde, die in linearer Richtung, oder doch nahezu so, von unten nach oben gehe. Gewöhnlich wird angenommen oder gefolgert, dass der Druck aufwärts unter der erhobenen Oberfläche von einer gasförmigen Materie herrühre, wie es von Buch glaubte, oder von einer mehr oder weniger flüssigen, wie es die meisten Andern voraussetzten.

20. Es ist wahr, dass einige Geologen, unter denen auch der verstorbene Jukes, die allerdings nicht klar gefasste Ansicht hatten, dass dieser Erhebungsmechanismus nicht mit den in der Natur beobachteten Erscheinungen der erhobenen Massen übereinstimme, vorzüglich weil die oft geringe Oberflächenausdehnung nicht im Verhältniss stehe zu der Steilheit und Höhe der erhobenen Theile.

Dass aber dennoch die Ansicht, dass die Erhebung durch nahezu parallel wirkende, in der Erdkugel radial ausstrahlende Kräfte hervorgerufen werde, heute noch als die allgemeine gelten darf, davon sich zu überzeugen genügt ein Blick über die Schriften der Geologen der jüngsten Vergangenheit. Wenn wir Figur 68 auf Seite 285 der zweiten Ausgabe (1862) von Poullet Scrope's Vulkanoes betrachten, so sehen wir ganz klar, dass seine Ansicht die genannte ist. Auch Hopkins (anderer Forscher hier nicht zu gedenken) bezeichnet dieselbe als die Grundlage seiner Anschauungen. Er sagt in seinen Untersuchungen über Physik. Geologie (Trans. Cambridge Phil. Soc. VI, 1 S. 10): „die Hypothesen, von denen ich ausgehe, um die Erhebungserscheinungen zu erklären, sind wie ich glaube so einfach, als es die Natur der Sache zulässt. Ich nehme an, dass die erhebende Kraft unterhalb von Theilen der Erdrinde wirke, die von grosser Ausdehnung und irgend einer bestimmbaren Tiefe sind, sei es dass die Wirkung überall die gleiche, oder an einigen Stellen auch eine intensivere sein mag. So scheint eine grössere Intensität dieser Wirkungen sich längs den Linien der grössten Erhebung eines gehobenen Gebirges auszuprägen oder auch an andern Punkten, an denen thätige Erscheinungen dieses anzeigen. Ich nehme an, dass diese erhebende Kraft, was immer ihr

Digitized by Google

Ursprung sein mag, gegen die Unterseite einer gehobenen Masse durch das Medium einer Flüssigkeit wirkt, die entweder ein elastisches Gas oder in andern Fällen heissflüssige Gesteinsmasse sein kann. Jeder Geologe, denke ich, der die Wirksamkeit von Erhebungskräften überhaupt zugesteht, wird auch geneigt sein, die Berechtigung solcher Annahme zuzugeben." Die erste Arbeit der Erhebungskraft besteht also darin, die Masse zu erheben, unter der sie ihren Sitz hat und dieselbe in einen Zustand der Ausdehnung und daher auch der Spannung zu versetzen.

21. Wenn diese Grundannahme irrig ist, und der Verfasser glaubt das allerdings, und wenn sie allen Thatsachen widerspricht, die sich in den grossen Erhebungsgebieten, d. h. in den Gebirgsketten der Erde beobachten lassen, dann ist man auch gezwungen die Folgerungen, die sich daraus bezüglich Spaltenbildung etc. machen lassen mit einem Worte den ganzen Inhalt der vom mathematischen Gesichtspunkte aus immerhin geistreichen Arbeit Hopkins zu verwerfen, da er nicht mit den Thatsachen in Uebereinstimmung steht. Dann haben diese Ansichten vielmehr, getragen von der Autorität des Verfassers und in mathematischen Symbolen ausgedrückt, die gleichfalls für alle, welche mathematische Kenntnisse nicht besitzen, mit einer gewissen heiligen, orakelartigen Weihe umgeben erscheinen, dann haben diese Ansichten im Wesentlichen nur dazu gedient, den Fortschritt in der richtigeren Erkenntniss der Erhebungskräfte zu hindern.

24. Wenn wir die Erscheinung der grossen Continente über dem Meeresniveau als ein Werk der Erhebung ansehen wollen, und das ist in der That geschehen, so dürfte die Ansicht Hopkins darauf vielleicht passen. Aber gerade die grossen Continente sind nicht das Werk solcher Erhebungen gewesen, sondern sind die Folge der Umgestaltung einer sich abkühlenden und contrahirenden Kugel gewesen, die mit einer dünnen noch biegsamen erstarrten Kruste bedeckt war, einsinkend über grosse Räume und relativ oder absolut emporsteigend über andere, wie dieses in so überzeugender Weise von Dana und andern

Digitized by Google

amerikanischen Geologen gezeigt worden und daher vielleicht jetzt zugegeben ist.

23. Die Ansichten de la Beche's über Erhebung kamen der exakten Auffassung näher als die seiner Zeitgenossen. Aber nur einem Manne: Constant Prevost kann die Ehre zugerechnet werden, eine richtige Erhebungstheorie klar ausgesprochen zu haben. Er folgerte dieselbe aus der Vergleichung der Thatsachen in der Natur und bewies, dass diese Thatsachen nicht wohl durch eine direkte, in radialer Richtung von unten nach oben gehende Erhebung erklärt werden können.

24. Ueber die Art der Vorstellung über diese Kraft, wie sie mit mehr oder weniger Klarheit von den Geologen ausgedrückt wird, kann kein Zweifel bestehen, bei den französichen Geologen am allerwenigsten, wenn wir die Bedeutung der für diese Erscheinungen gewählten Bezeichnungen in's Auge fassen; denn soulèvement von sublevare heisst: durch eine Kraft von unten gehoben werden, auch im Deutschen: Aushebung (Erhebung) ist dieses noch deutlich, das Englische upheaval und elevation lassen dagegen eine Unbestimmtheit des Begriffes und eine gewisse Freiheit der Deutung zu.

25. Prevost's Ansichten sind in zahlreichen Abhandlungen zerstreut, die über nahezu 20 Jahre sich ausdehnen. In der ausdrücklichsten und systematischsten Form stehen sie in den Comptes rendus, Sept. 1850, 461 und zu einer früheren Zeit in dem Bulletin de la Soc. geol. de france XI, 1833. S. 183. Seine Ansicht geht dahin, dass, abgesehen von den grossen Umgestaltungen, welche die Oceanischen Tiefen aushöhlen, in Bezug auf welche er nicht ganz klar erscheint, alle Erhebungen der Erdoberfläche, Hügel, Berge, kurz alle Unebenheiten der Oberfläche, nicht durch vertikale, unmittelbar aus einem unbekannten, tiefen Heerde aufsteigende Kräfte bewirkt worden seien, sondern durch allerdings verticale Kräfte, die aber als die Resultanten tangentialen Druckes angesehen werden müssen. Dieser Druck wirkt in entgegengesetzten horizontalen oder fast horizontalen Richtungen und zwar senkrecht zu den Gebirgsrücken oder den Linien der Erhebung und hat seinen

Digitized by Google

Ursprung in der Contraction der Erdkruste durch ihre säkulare Erkaltung. Diese Ansicht, die der Verfasser für die richtige hält, ist von Dana weiter ausgeführt worden. (5) Auch die beiden Rogers in Amerika und Elie de Beaumont sowie einige andere Geologen des Continents haben diese Ansicht angenommen, indem sie zeigten, wie vollständig die Thatsachen sich dieser Ansicht fügen und dadurch sich aufklären, während sie der Annahme einer ursprünglichen vertikalen Kraft geradezu widersprechen.

26. O. Fisher hat gleichfalls die Ansichten Prevost's unterstützt, indem er in seiner wichtigen Arbeit „On the Elevation of Mountain chains and speculation on the cause of Volcanic Heat" Cambridge Trans. XI. p. 3 1868) die mechanische Uebereinstimmung des durch die Abkühlung der Erde bewirkten tangentialen Druckes mit der Erhebung der höchsten Gebirgsketten auf derselben nachwies. Leider erst nachdem diese Arbeit geschrieben war, hat der Verfasser Fisher's Abhandlung kennen gelernt. Seine Ansichten über den Ursprung der vulkanischen Wärme sind aber ganz verschieden von denen, die der Verfasser hier entwickelt.

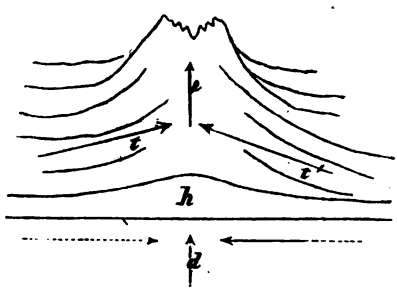
27. Nach den Ansichten Hopkins müssen alle erhobenen Theile convexe Oberfläche zeigen und daher die Continente oder steilen Gebirge, wie z. B. die Hochalpen alle gewölbt oder glockenartig in ihren Conturen sein. Sie müssen alle die Anzeichen der Spannung während der Erhebung und zwar in orthogonalen Richtungen zeigen. Aber die sorgsamen geologischen Aufnahmen und Profile, die man seit Prevost's Tagen gemacht hat, zeigen, dass im Ganzen an Querschnitten grösserer Gebiete keine gewölbten Formen hervortreten, und noch viel weniger an ganzen Continenten. Die Querschnitte aller Gebirgsketten zeigen, dass an den entgegengesetzten Abhängen die Krümmung nicht convex, sondern concav ist, eine Form die sich ganz allgemein in dem Abfalle der Gebirgsrücken gegen die Meeresküste zu wiederholt. Das tritt besonders in der concaven Form (die sich einer Curve der Parabelreihe einigermassen nähert) hervor, wie sie die Längsprofile aller grossen Wasserläufe zeigen.

Digitized by Google

28. Die Fächerstruktur der Alpen, die durch Favre, Studer, Escher von der Linth und Andere so deutlich beschrieben wird, ist ein schlussfester Beweis, dass die erhebende Kraft ein in vertikale Wirkung umgesetzter seitlicher Druck gewesen ist. So findet auch die geringere Dichte unterhalb grosser Gebirgsmassen ihre Erklärung, die man neuerdings nachgewiesen oder wenigstens mit gutem Grunde vermuthet hat. Hier müsste eine grössere Dichtigkeit die nothwendige Folge eines direkt verticalen Druckes sein.

29. So ist es klar, dass die tangentialen, oder nahezu tangentialen und entgegengesetzten Druckrichtungen t und t' Fig. 1, die in eine vertikale Richtung e sich umsetzen, wodurch dann die Bergmasse erhoben wurde, die Dichtigkeit herabdrücken müssen, wenn sie nicht wirkliche Hohlräume übriglassen, wie bei h, die zwischen dem Durchschnittspunkte der drei Richtungslinien des Druckes und der Linie liegen, in der die tangentiale Richtung des Druckes vollkommen horizontal ist. Ein direkt vertikal wirkender Druck, wie bei d über e zum Gipfel fortgeführt, kann nur eine gesteigerte Dichtigkeit bei h bewirken.

Fig. 1.



30. Die starken Faltungen und Umbiegungen der Schichten und die oft vollständig übergekippte Lage ganzer Gebirgsmassen, wie diese sich in allen grossen Erhebungsgebieten wahrnehmen lassen, die gewaltigen Windungen und Zickzackfaltungen, wie sie Burat's Profile der Kohlenbecken von Centralfrankreich, Omalius d'Halloi's und von Dechen's Darstellungen der Kohlenformationen von Belgien, Rheinland und Westphalen wiedergeben, alle diese Erscheinungen werden durch unsere Annahme erklärt. Alle an der Erdoberfläche und an Querprofilen der Erdrinde hervortretenden Erscheinungen würden

Digitized by Google

sich in gleicher Weise deuten lassen, aber es würde hier zu weit führen, näher darauf einzugehen.

31. Eine oder zwei wichtige Folgerungen aus Prevost's grosser Hypothese, dass jede Erhebungserscheinung oder mit einem Worte jede bekannte vertical wirkende erhebende Kraft, vulkanische Ausbrüche ausgenommen, nur als umgesetzter tangentialer Druck, der durch die Contraktion bewirkt wird, aufzufassen sei, ein Druck, der in verschiedenen, aber nicht sehr grossen Tiefen unserer jetzigen Erdoberfläche in einem gewissen Antagonismus wirksam ist, Folgerungen, die unsere Aufmerksamkeit erregten, mögen hier wenigstens kurz erwähnt sein.

32. Diese tangentialen Druckkräfte sind langsam, nicht an allen Punkten und zu allen Zeiten gleichmässig, aber im allgemeinen, jemehr die Erde erkältet, mit abnehmender Intensität wirksam, sie umfassen gleichzeitig, aber mit ungleicher Stärke grosse Theile der festen Erdrinde. Mit Bezug auf die gewaltige zermalmende Kraft dieses tangentialen Druckes und die lange Dauer seiner Wirksamkeit, müssen die Gesteine, auf die er wirkt, als mehr oder weniger plastisch angesehen werden.

33. Es folgt, dass wenn durch umgesetzten tangentialen Druck, der in entgegengesetzten Richtungen oder parallel in Ebenen und längs einer Linie wirkt, eine Erhebung erzeugt wird, die Compression in diesen Richtungen von einer Ausdehnung in den darauf senkrechten Richtungen begleitet sein muss, indem die Verschiedenheit des Widerstandes gegen den Druck Spannung hervorruft.

34. Aus diesen orthogonalen Spannungen können bei endlicher vollkommener Ausgleichung des tangentialen Druckes Oberflächen-Risse entstehen, so dass im Allgemeinen der Druck die Veranlassung von Aufbiegungen und Verquetschungen der Schichten, von Erhebung und Aufspaltung sein wird. Bei diesen letzteren Erscheinungen mögen die Einzelheiten auch mit der Hypothese Hopkins' und den Wirkungen direkt erhebender Kräfte einigermassen übereinstimmen. Und das ist der Grund, warum die Richtungen der in der Natur beobachteten Spalten bis zu einem gewissen Grade in einer Art der Richtungen

Digitized by Google

d. h. in denjenigen, welche zu den Linien horizontalen Druckes senkrecht stehen, mit den von Hopkins vorgezeichneten Richtungen zusammenfallen. Weiter folgt aber, wenn wir die relative Plasticität der weniger zusammenhängenden Formationen unserer Erdkruste und die ausreichende Kraft dieses tangentialen Druckes zur Aufwärtsquetschung der übrigen zugestehen, dass nicht nur Erhebung das Resultat der Umsetzung des tangentialen in vertikalen Druck sein kann, sondern dass unter bestimmten Umständen, wo dieser Druck in grossen Tiefen und in verschieden zusammengesetzten Massen von ungleicher Widerstandsfähigkeit wirkt, durch eine analoge Umsetzung in die abwärts gehende vertikale Richtung: Depressionen und Hohlräume aller Art entstehen können.

35. Wenn ferner die Richtungen des tangentialen Druckes, in einer horizontalen Ebene gedacht, sich unter mehr oder weniger spitzen Winkeln schneiden (wie das auch in der Verticalebene denkbar ist), dann werden seitliche Verschiebungen und alle Erscheinungen gestörter Schichten und unterbrochener Gänge oder Verwerfungen dadurch entstehen können.

36. Auch lässt sich erkennen, dass diese Ansicht über den Ursprung der erhebenden Kraft, die unsere mächtigen Bergketten aufgerichtet hat, gleichzeitig einen richtigen und passenden Grund für die Begrenzung ihrer möglichen Höhe angibt. Denn sobald eine schon aufwärts gedrängte Masse, durch ihr eigenes Gewicht in der Richtung des vertikalen Druckes e Fig. 1 abwärts in solchem Maasse Gegendruck ausübt, dass dieser Gegendruck dem Widerstande das Gleichgewicht hält, den die Gesteinsmassen unterhalb in den Richtungen t u. t' der Verquetschung entgegenstellen, dann muss die frühere Arbeit tangentialen Druckes in diesen Richtungen zur Zermalmung der Gesteine zwischen denselben verwendet werden, wo die festen Massen nach irgend einer Richtung ungleichmässig ausweichen können, oder es muss die Masse in irgend eine andere als die verticale Richtung hineingedrängt werden. Es ist schwierig einzusehen, wie nach der Hypothese Hopkins' den Gebirgen eine Grenze nach der Höhe zuerkannt werden kann,

Digitized by Google

oder man müsste andere Hypothesen zu Hülfe nehmen, um die erhebende Kraft selbst in Schranken zu schliessen. Deren Intensität aber lässt sich in diesem Falle nicht schätzen, da ihre wirkliche Natur unbekannt gelassen ist.

37. Wenn wir nun schon in Prevost's Ansicht eine zutreffende und zusammenhängende Erhebungstheorie erkennen, so bietet uns dieselbe, wenn wir sie nach einer Richtung hin in ihre möglichen Consequenzen verfolgen, gleichzeitig den Schlüssel zu einer einfachen, zutreffenden und zusammenhängenden Theorie der vulkanischen Erscheinungen, wie nunmehr gezeigt werden soll.

38. Dass die Temperatur der Erde nach dem Innern zunimmt, kann als eine Thatsache gelten, trotz der verhältnissmässig kleinen Zahl glaubwürdiger Beobachtungen, die wir besitzen. Artesische Brunnen und Tiefbohrungen sind die einzigen sicheren Stützen, da die Beobachtungen in Bergwerken und tiefen Schächten nicht übereinstimmende Resultate gaben aus Gründen, die hier nicht erörtert zu werden brauchen.

39. Und da wir sicher sind, dass die geothermale Schicht der gleichförmigen, nicht veränderlichen Jahrestemperatur immer eine grössere Wärme zeigt, als die des Himmelsraumes, so muss unser Planet eine sich abkühlende Kugel sein, und daher in Uebereinstimmung mit allem, was wir von dem Materiale, aus dem er besteht, kennen, auch eine sich contrahirende Kugel.

40. Gleichwohl bieten die sog. geothermischen Tiefenstufen grosse Verschiedenheiten dar, auch wenn wir solche Fälle ausser Acht lassen, wo aus zufälligen Ursachen Irrthümer entstehen können. Die Tiefenstufe variirt einmal von 15′ (auf 1° Fahr.) bis zu mehr als 200′ (Mallet, Neap. Earthquake 2. S. 310), sogar an Stellen, die kaum 1—2 Meilen von einander liegen, und in derselben Formation schwankt dieselbe von 208′ bis zu nur 83′. Sogar in derselben vertikalen Richtung eines Bohrloches variirt die Tiefenstufe an verschiedenen Stellen. Das Verhältniss beobachteter Temperaturzunahme ergibt etwa die Grenzwerthe von 30 und 60—70 Fuss für die Tiefenstufe.

Die vollständigste und werthvollste Sammlung und

Digitized by Google

Discussion aller Beobachtungen, die bis zum Juni 1836 aufgezeichnet waren, findet sich in einer seltenen und kaum bekannten Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doctorwürde bei der Rheno-Trajectine Akademie (4to 101 pp. Müller, Amsterdam 1836), die den Titel führt: Disputatio physica inauguralis de calore Telluris infra superficiem augescente von A. Vrolik. Der sorgsame und fleissige Verfasser kommt unter andern zu folgendem Schlusse: „Variarum observationum autem eventus, adeo inter se discrepare ut certam incrementi legem pro unaquaque regione nondum statuere possimus." Er glaubt es als bewiesen annehmen zu können, dass im Allgemeinen die Tiefenstufe in den Ebenen und Thälern grösser ist als in den Bergen.

41. Diese Schlüsse wurden durch die späteren seit 1836 gemachten Beobachtungen bestätigt. De la Beche, Herschel, Babbage haben mit mehr oder weniger Bestimmtheit einen Zusammenhang zwischen der Zunahme der unterirdischen Wärme und dem Leitungsvermögen der aufliegenden Schichten ausgesprochen. (6)

Sorgfältig hat diese Frage Hopkins in einer seiner werthvollen Arbeiten behandelt: Ueber die Leitungsfähigkeit verschiedener Substanzen etc. (Phil. Trans. Bd. CXLVII. 1857.) Gegen den Schluss hin bemerkt er:

„Im Ganzen aber kann ich den Schluss nicht vermeiden, dass das Vorhandensein einer centralen Wärmequelle in sich nicht ausreichend ist, um alle Erscheinungen, die sich uns in der Erdwärme bieten, zu erklären." S. 835. Das heisst, dass die Annahme einer erkaltenden Kugel, mit solchen Wirkungen vereinigt, wie sie seine Experimente über die Leitungsfähigkeit der von ihm untersuchten Stoffe ergaben, noch nicht genügt, um die beobachteten Unterschiede in der Wärmezunahme des Erdinnern zu erklären.

42. Eine bedeutende Quelle, wenn nicht die Einzige, um diese von Hopkins bestimmt angedeuteten übrig bleibenden unbekannten Vorgänge zu erklären, hoffen wir in dieser Schrift darzulegen und ihren innigen Zusammenhang mit vulkanischen Erscheinungen nachzuweisen.

43. Da unsere gegenwärtige Kenntniss der Erdwärme nicht wohl mit sorgsameren Folgerungen zu ver-

Digitized by Google

einen ist, die ihren Ausgang aus dem jährlichen absoluten Wärmeverluste unserer Erde nehmen, so scheint darin die Thatsache Unterstützung zu finden, dass unsere Erde eine erkaltende Kugel ist. Astronomische Analogien und Betrachtungen über ihre Form scheinen gleichfalls die Annahme zu erfordern, dass sie eine erkaltende Kugel von der Zeit ihrer Schmelzflüssigkeit an zu allen Zeiten gewesen ist. Wenn das aber der Fall war, dann war sie auch von jenem Zeitpunkte an bis auf die Gegenwart eine sich zusammenziehende Kugel.

Das sind alle Bedingungen, die wir verlangen, um daraus die Folgerungen herzuleiten, zu denen uns eine Betrachtung der Erscheinungen führt, die auf die Erkaltung folgen.

44. Es mag beiläufig bemerkt werden, dass der allgemeine Glaube der Geologen, dass unsere Erde erkalte, mehr oder weniger durch die berühmte Arbeit von Laplace (Mecanique Céleste t. V cap. IV. S. 72. „Ueber die Abkühlung der Erde und ihren Einfluss auf die Länge des Tages" erschüttert wurde. Man nimmt von Seiten vieler Geologen an, dass dieser grosse Mathematiker darin unwiderleglich den Beweis geführt habe, dass unsere Erdkugel seit den letzten 2000 Jahren nicht mehr erkaltet sei.

45. Mit wohlverdienter Verehrung vor der geistigen Ueberlegenheit des Laplace glaubt der Verfasser doch bemerken zu dürfen, dass seine Berechnung in der That nichts beweist, was auf die gegenwärtigen Vorgänge in der Natur bezogen werden kann; denn die physikalischen Daten, die er benutzte, waren nicht solche, wie sie gegenwärtig in der Natur sich ergeben. Das Gesetz der Compression nach der Tiefe, welches er annahm, wurde von Young angegriffen; und die Annahme, dass der Coefficient der Contraktion für die ganze Kugel derselbe bleibe, sei sie flüssig oder fest, warm oder kalt, scheint doch die Richtigkeit der Schlüsse zu beeinträchtigen.

Wenn eine kalte und erstarrte Kruste eine grössere Dichtigkeit und einen niedrigeren Contraktionscoefficienten besitzt, als der flüssige oder feste aber wärmere Kern darunter, aus dem sich durch Zuwachs und Erstarrung nach

Digitized by Google

und nach die Kruste dicker bildet, so ist leicht einzusehen, das ein solches Verhältniss der Quantität beider bestehen kann, dass der Abstand des Umdrehungscentrums der Kugel von dem körperlichen Centrum constant bleiben kann, entweder immer oder doch auf lange Zeit, wenn auch der Durchmesser der Erde im Ganzen durch Contraction verkürzt wurde. So konnte dann auch, da die lebendige Kraft (moment of momentum) unverändert bleiben musste, die angulare Geschwindigkeit, auf der die Tageslänge beruht, 2000 Jahre lang constant bleiben oder doch so nahezu constant, dass ihre Abweichung absolut nicht wahrzunehmen war, vielleicht auch noch auf eine viel längere Zeit, ungeachtet dass die Erde, als ein Ganzes, fortwährend jährlich eine sehr wahrnehmbare Menge von Wärme verlor, wie es unleugbar festzustehen scheint.

46. Wir wollen die ganze Reihe der Erscheinungen der Erkaltung ins Auge fassen, von der Zeit anfangend, wo die ganze Erdkugel ein flüssiges, geschmolzenes Sphäroid war, welches um eine Axe rotirte, die gegen die Bahn geneigt war, wie sie es jetzt ist und welches durch Ausstrahlung Wärme verlor, dagegen von der Sonne Wärme empfing. Wie immer das Maass der Abkühlung gewesen sein mag, es musste am stärksten sein nach den Polen zu; jede erstarrte Kruste musste zuerst an den Polen sich bilden und von dort aus in zwei hemisphärische Schichten sich ausbreiten, die dünner wurden, jemehr sie sich dem Aequator näherten, wo sie sich endlich vereinigten. Was wir durch unsere Erfahrungen an Hochöfen und im Laboratorium über die Wirkungen der höchsten Temperaturen auf Metalle und die Stoffe kennen, von denen wir annehmen können, dass sie unsere Erdmasse bilden, soviel ist gewiss, dass bei Temperaturen, welche oberhalb der Schmelzpunkte liegen, alle Stoffe mehr und mehr flüssig werden, bis zu einer noch unbekannten Grenze hin und dass alle bei einer den Schmelzpunkt um ein bedeutendes übersteigenden Temperatur zu sehr beweglichen Flüssigkeiten von äusserst geringer Zähigkeit umgewandelt werden.

47. Auf der andern Seite ist es ebenso gewiss, dass alle Metalle und solche Mischungen, wie sie die Gesteine

Digitized by Google

bilden (saure und basische Silicate), auf dem Wege zur Erstarrung unterhalb ihres Schmelzpunktes eine schnell wachsende Phase der Zähigkeit durchlaufen. Diese Zwischenstufe schnell zunehmender Zähigkeit unterhalb des Schmelzpunktes und über dem Punkte der vollkommenen Erstarrung gestattet das Auswalzen des Eisens, Platins etc. Der Zustand der Zähigkeit bei Metallen umfasst nur kurze Zeit; aber in erdigen Mischungen oder Verbindungen, wie die basischen oder sauren Silicate es sind, wird derselbe verlängert und dadurch wird die Zunahme der Zähigkeit nach der unteren Temperaturgrenze hin eine bedeutendere als in den Metallen.

48. Bei der ausserordentlich grossen Flüssigkeit des geschmolzenen Sphäroides in der hohen Temperatur, die wir ihm bei dem Uebergange aus der Gasform und nach der Herstellung des allgemeinen chemischen Gleichgewichtes seiner Elemente zuschreiben müssen, die ähnliche Verbindungen eingingen, wie sie uns jetzt auf der Erde, soweit wir sie kennen, begegnen, erscheint es unerlässlich gewesen zu sein, dass grosse Circulationsströme auf dem Sphäroide entstanden. Sie waren veranlasst durch die schnellere Abkühlung an den Polen, im Vergleiche zu den Aequatorialgegenden; wärmere Ströme stiegen oberflächlich vom Aequator zu den Polen auf und kältere Ströme kehrten längs der Rotationsaxe zurück, theilten sich und stiegen auf in der Ebene des Aequators. Aber die Wirkung dieser Temperaturausgleichung der oberflächlichen und inneren Theile des Sphäroides war wohl nur gering; ungeachtet ihres Einflusses wird die Erde immer heisser im Centrum gewesen sein, als an einer Stelle auf oder nahe der Oberfläche. Indem die äusseren Schichten mehr und mehr an Zähigkeit zunahmen, jemehr die Erkaltung fortschritt, wurde endlich eine dünne Kruste über das ganze Sphäroid gebildet, die an den Polen am dicksten war.

Diese Kruste, wenngleich dünn, so doch fest durch eine gewisse Stärke, hatte wohl nahezu dieselbe hohe Temperatur, wie die zähe und flüssige Masse unter ihr. Daher gab sie fortwährend Wärme durch Ausstrahlung ab und zwar in einem Verhältnisse, welches nicht sehr verschieden

Digitized by Google

war von dem, welches an der Oberfläche des noch nicht von einer Kruste bedeckten flüssigen Sphäroides früher obgewaltet hatte.

49. Gewiss aber ist (wie weiter unten gezeigt werden soll), dass der Contractionscoefficient für solche Stoffe, aus denen Gesteine gebildet sind, gradatim geringer wird bei festem Zustande als bei zähem und flüssigem, und dass er als eine Funktion der Temperatur abwärts bis zu der mittleren Temperatur unserer Atmosphäre abnimmt.

Von dem Maassstabe der Oberflächenabkühlung, verglichen mit der Abkühlung der zähen Materie darunter, von den Bedingungen der Ausstrahlung etc. Vorgänge, für die wir keine bestimmte Daten haben, musste es abhängen, ob nicht die Beziehungen zwischen dem Maassstabe der Abkühlung und der Contraction des Aeusseren und Inneren zu Spannungen in der dünnen Kruste Veranlassung geben konnten; aber die Wirkung musste im Ganzen doch die sein, dass sich ein tangentialer Druck auch in der dünnen Kruste vollzog. Der Compression, die hierdurch bewirkt werden konnte, gab die dünne Kruste mit Leichtigkeit nach, indem sie sich runzelte und übereinander faltete oder in gleicher Weise der Spannung durch Zerbrechen in Stücke nachzugeben suchte. Die Dichtigkeit der erstarrten Kruste war ohne Zweifel grösser, als die der zähen Schicht darunter, und die Dichtigkeit dieser letzteren hinwiederum grösser, als die des noch flüssigen Kernes; aber die Differenz in der Dichtigkeit kann nur klein gewesen sein, da auch die Temperaturunterschiede zwischen diesen Schichten nur gering waren. Auch können wir nicht annehmen, dass eine grosse Aenderung der Dichtigkeit mit einer plötzlichen molekularen Aenderung des Volumens verbunden sei, wie sie bekanntermassen auch beim Uebergange des Materiales der Gesteine aus dem zähen in den festen Zustand vor sich zu gehen pflegt. Die Unterschiede der Dichtigkeit beim Uebergange von Mineralverbindungen aus dem glasigen zu dem krystallinen Zustand und umgekehrt sind nicht gross; in solchen Fällen hat die Abkühlung verhältnissmässig plötzlich sich vollzogen. Bei der Darstellung des Réaumur'schen Porcellans geht der Veränderung durch

Digitized by Google

langsames Erhitzen eine schnelle Erkaltung zu Glas voraus. In der Erdkruste gab es keine plötzliche Erkaltung.

50. Die dünne Kruste, wenngleich mehr oder weniger dislocirt, wurde dennoch auf der Oberfläche erhalten und von der zähen Unterlage getragen, diese wieder durch den flüssigen Kern; die Kruste sank nicht stückweise in die innere Masse unter.

Wollten wir aber auch annehmen, dass sie das doch gethan hätte, so erscheint dennoch die von Poisson zuerst aufgestellte Ansicht, der sich auch Thomson zuzuwenden geneigt ist, durchaus unwahrscheinlich, dass die einzelnen erstarrten und von der festen Kruste sich loslösenden Schollen, die sich immer erneuerten, bis zum Centrum des flüssigen Kernes niedergesunken und dass sie dort noch fest geblieben sein sollten, wodurch sich dann nach und nach aus solchen glühenden Trümmern ein zwar durchlöcherter aber doch fester Kern aufbaute, über dem flüssige Masse sich befand, die endlich wieder von einer festen Kruste bedeckt war. Wir müssen hier die ausserordentliche relative Dünne der ersten Erstarrungskruste in Betracht ziehen, die nur wenige Meilen, vielleicht nur einige Faden Dicke besass, wir müssen die geringe Masse derselben mit dem ungeheuren Volumen des flüssigen Kernes vergleichen, durch welchen die Fragmente der Kruste etwa 4000 Meilen hinabsinken mussten, und müssen endlich den ungeheuren Ueberschuss der Temperatur bedenken, der in der Flüssigkeit nahe dem Centrum herrschte. Dann erscheint es unmöglich, zu einem anderen vernünftigen Schlusse zu kommen, als zu dem, dass die gesunkenen Schollen der erstarrten Rinde wieder durch die Wärme, die sie aus der heissen Flüssigkeit empfingen, selbst in den Schmelzfluss zurückgeführt werden mussten. Denn die lokale Temperatur des flüssigen Kernes wurde noch um die Wärme erhöht, die durch den Fall um eine Entfernung von nahezu der Grösse des Erdhalbdurchmessers durch die Flüssigkeit hindurch erzeugt wurde. Und wenn wir dann auch annehmen wollen, dass die Gesetze der Gravitation in einem Sphäroide und die Dichtigkeit der Kruste sowie die relativen Verhältnisse der Compression

Digitized by Google

in verschiedenen Tiefen der Kruste und des flüssigen Kernes in der That irgendwie gestatten würden, dass die Schollen das Centrum erreichten, so erscheint dennoch die Hypothese Poisson's nach Ansicht des Verfassers bei Seite gesetzt, die nur ein Stein des Anstosses auf dem Wege der verständigen Interpretation dieser schwierigen Fragen der ältesten Geognosie gewesen ist.

51. Wenn in erkaltenden Körpern der Verlust an Wärme in gleichen Zeiten um so grösser ist, je grösser die Differenz der Temperaturen der warmen und der kalten Körper, dann musste der Fortschritt der Erkaltung der Erde, wenn ihre Temperatur im allgemeinen höher war, als die in unseren Hochöfen, dagegen die Temperatur des Weltraumes, wie wir wohl annehmen müssen, die gleiche auch heute geblieben ist, ein ausserordentlich schneller sein. Auch die Grösse der Contraction musste dann eine verhältnissmässig schnell wachsende sein, um so mehr, als die Abkühlung noch durch die vorher erwähnten Circulationsströme beschleunigt wurde.

52. Die zähe Schicht muss erheblich dicker angenommen werden, als die feste Schaale darüber. Die ungeheure Höhe der schnellen Contraction dieses Zeitraumes wird nach des Verfassers Meinung durch die Umgestaltung des Sphäroides ausgedrückt, welche die Bette der Oceane austiefte, ihnen im allgemeinen die Umrisse gab, die wir noch heute an denselben sehen und so im Grossen und Ganzen die Formen der Continente vorzeichnete.

Es kann diese Annahme allerdings jetzt noch nicht anders als eine Vermuthung genannt werden, immerhin aber ist sie nicht ohne Unterstützung durch Autorität und durch Thatsachen. Es erscheint unmöglich, einen anderen, an Kraft gleichmässig ausreichenden Mechanismus zu bezeichnen, um solche weite Erhebungen und Einsenkungen zu erklären, denn diese setzen ununterbrochen über weite Räume fort und geben den Querschnitten von Land und Ocean ihre gegenwärtige Form, die, Berg und Thal auser Acht gelassen, nur weite flache, gehobene Ebenen sind, die mehr oder weniger plötzlich zu gleichfalls seichten, flachen, tellergleichen Ebenen der oceanischen Concavi-

Digitized by Google

täten sich abwärts senken. Seitlicher und radialer Druck in localen Centren erscheint hier in gleicher Weise unanwendbar. Der physikalische Astronom hat die Ursachen dieser sehr auffallenden und gewiss nicht zufälligen Configuration in der Umgestaltung unserer Erdoberfläche zu erforschen. Hier mag wohl auch die Bemerkung am Platze sein, dass eine gewisse Regelmässigkeit in den Formen der Länder (Küstenumrisse) und der Meere andeutet, dass diese nicht lediglich die Folge oberflächlicher Wirkungen, wie es Absätze, Auswaschungen, lokale Oscillationen des Niveau's sind, gewesen sein können, sondern dass dieselben Kräften zugeschrieben werden müssen, welche, mit oder vor jenen in einem weiten, wenn nicht gar universalen Maassstabe und in grossen Tiefen unter der jetzigen Erdoberfläche thätig waren. (7)

53. Es ist eine bemerkenswerthe Thatsache, dass die Westküsten fast aller grossen Ländermassen die steilsten sind und dass dieses auch ohne Rücksicht auf littorale Gebirgsketten, wie die Anden oder die Berge der Küste von Malabar, Gültigkeit hat. *)

Das ist aber gerade, was wir erwarten müssen, wenn das Bett des Oceans die Folge der Oberflächendepression durch die angenommene Umformung ist. Denn die Masse der sinkenden Kruste, die eine Rotationsgeschwindigkeit besitzt, die ihrem grösseren Radius, dem vor der Depression zukommt, wird beim Hinabsteigen zum Niveau des Meeresbodens ein Bestreben haben, ostwärts der wirklichen Vertikale niederzukommen, gerade wie ein Gewicht, welches von einer Höhe fällt, östlich der Vertikale zu Boden kommt. Diese Wirkung war gewiss grösser, je schneller die Umgestaltung sich vollzog, sie konnte nie ganz ver-

*) Dana (American Journ. Sci. 1847) hat gleichwohl eine andere mögliche Ursache für die grössere Steilheit der Gebirgsketten auf einer ihrer Abhänge nachgewiesen, es ist die grössere Intensität des tangentialen Druckes an der weniger steilen Seite, oder der geringere Widerstand der Massen an der andern Seite. Gleichwohl giebt das keine Erklärung zu der im allgemeinen als Faktum anzusehenden grösseren Steilheit der Westküsten. Dana's Geologie.

Digitized by Google

schwinden, weil sie eine gewisse endliche Zeit umfasste. Die Schnelligkeit der Erhebung hing immer ab von dem Maasse der Erkaltung; und diese, wie schnell sie auch zu irgend einer gegebenen Zeit fortschritt, musste um so grösser sein, je mehr die Temperatur der Erdoberfläche höher war als die des Weltraumes. So mochte wohl, als die Oberflächentemperatur etwa 1500° Fahr. betrug, wie wir einmal annehmen wollen, die jährliche Erhebung der grossen Gebirgsketten eine ganz beträchtliche gewesen sein. Wenn im Gegentheile die Continente als durch irgend eine unbegreifliche Gewalt gehoben angesehen werden, so konnte keine dieser Erscheinungen eintreten und es erscheint nicht gut einzusehen, wie das möglich gewesen wäre, ohne die Bildung von weiten unterirdischen Hohlräumen.

54. Diese plötzlichen, entgegengesetzten Umbiegungen an den Verbindungsstellen zwischen Continenten und Seebecken zeigen Linien des Bruches und der Schwäche in der frühesten Kruste an, längs denen wir Gebirgsketten und vulkanische Thätigkeit gruppirt finden.

55. Die Bildung der oceanischen Becken fand statt lange bevor die Erdoberflächentemperatur die Annahme eines ausfüllenden, permanenten Oceanes gestattete. So konnten denn, vielleicht während eines langen Zeitraumes, Niederschläge siedenden Wassers mit einem ausserordentlich hohen Siedepunkt Platz greifen. Sie erfüllten Theile der Becken hier und dort, nach den Polen zu beginnend, wurden z. Th. durch Sieden fortgeführt und wieder niedergeschlagen und waren so von Sturzbächen, von Regen, von grossen Oberflächenströmen und von Ueberfluthungen durch heisse Wasser begleitet.

56. Ihrer auflösenden Kraft, ihrer gewaltigen Trag- und Nagekraft und den wunderbaren Gewalten, mit denen sie die erste Kruste zerbrachen, bei verhältnissmässig schneller Erhitzung, bei der fortgesetzten Wärmeleitung von unten (im Gegensatze zu der schnellen, örtlichen Erkaltung), bei dem Niederstürzen von vergleichsweise kalten Wassern von oben, müssen die Wirkungen der Zerstörung und der Denudation zugeschrieben werden, wie sie uns die späteren Zeiten der Geologie und allerdings viel weniger noch

Digitized by Google

die historische Zeit nur in ganz schwacher Wiedergabe vorführen.

Und jenem ersten Mechanismus muss auch die Bildung der grossen Mengen wie in einem Mühlwerke zerriebener Materialien zugeschrieben werden, welche die azoischen, mehr oder weniger geschichteten Gesteine, oder andere ähnliche, die noch älter sind wie jene, gebildet haben.

57. Die Kruste wurde auf die Dauer immer fester und mit ihrer zähen Unterlage auch dicker und trat so endlich, da ihre Zurückführung auf kleineren Raum gleichzeitig mit der Verminderung des Compressionscoefficienten abnahm, in ein Stadium, wo sie dick genug war, um tangentialen Druck in ihren eigenen Schichten fortzupflanzen. Wenn das Gleichgewicht der Contraktion zwischen der Kruste und dem Kerne unter ihr, der noch zum grossen Theile flüssig war und sich auf das stärkste zusammenzog, wegen seines hohen Contraktionscoefficienten, ein derartiges zu einer gegebenen Zeit war, dass die Kruste compressive tangentiale Druckwirkungen in ihrem Umfange fortzupflanzen anfing, dann mussten diese von grosser Kraft und über weite Gebiete ausgedehnt sein. Damit aber begann die Kruste, dick und stark genug, um diese Wirkungen auf grosse Entfernungen hin fortzupflanzen, Falten zu werfen und sich übereinander zu schieben und hierdurch die bedeutenderen oder geringeren Bergketten zu erheben. Manche von diesen wurden umgestürzt und wieder gehoben, und wenn wir ihr Gesammtvolumen bestimmen könnten, so würden wir dadurch in gewissem Sinne einen Maassstab für die totale Contraktion des Sphäroides erhalten, die sich von dem Zeitpunkte an, wo die Erdkruste dick genug geworden, um den mächtigen tangentialen Druck fortzupflanzen, bis zu verhältnissmässig jungen geologischen Zeiträumen vollzogen hat. Denn wenn auch unbedeutende Veränderungen in der Höhe immer vorkommen und sich noch jetzt vollziehen, z. B. in Schweden, so sind doch Erhebungen grosser Gebirgsketten in nachtertiärer oder pleistocener Zeit nicht mehr vorgekommen.

Digitized by Google

58. In diesem Stadium der Dicke der Rinde der erkalteten Erde musste, den Principien zu Folge, die wir schon bei Besprechung der Erhebungskraft andeuteten, die grosse durch tangentiale Pressung bewirkte Erhebung von mächtigen gleichzeitig bewirkten oder in der Folge eintretenden orthogonalen Spannungen oder von Ausdehnungen, die den Druckdifferenzen zuzuschreiben sind, begleitet gewesen sein und hierdurch die grossen Spalten, Kluft- und Gangbildungen, so wie das Hinaufdringen der krystallinischen Gesteine veranlasst werden.

Zuletzt als die Erkaltung immer fortschritt, die Kruste immer dicker und starrer wurde und sich nach beiden Gesichtspunkten hin dem Zustande näherte, in dem sie aller Wahrscheinlichkeit nach sich noch befindet, begann das hin und her balancirende Spiel der Kräfte, deren Wirkungen wir als vulkanische bezeichnen, mit den sie begleitenden Erscheinungen der Erdbeben, heissen Quellen u. s. w. Auf die genauere Betrachtung ihres Mechanismus müssen wir nunmehr eines weiteren eingehen.

59. Diese Zeit, die wir die Herrschaft der vulkanischen Thätigkeit auf unserer Erde nennen können, erscheint im Vergleiche mit der kurzen Spanne menschlicher Geschichte auf den ersten Blick als eine gleichförmige.

Aber sie zeigt doch eine abnehmende Kraft ihrer Thätigkeiten, ganz wie es mit jeder der ihr vorausgehenden Epochen der Erkaltung der Fall war, und wenn sie mit den thermalen Kräften der erkaltenden Erde zusammenhing, konnte es gar nicht anders sein.

60. So erkennen wir denn vier grosse Stadien in dem Erkaltungsprocesse unserer Erde, jedes geringer an Kraft wie das vorhergehende, aber alle einer gemeinsamen, alles durchdringenden Ursache entstammend, dem Verlust an Wärme.

1. Stadium: Bildung und Umbildung einer dünnen biegsamen Kruste und damit Gestaltung der Oberfläche der zähen oder flüssigen Schichten darunter, welche schon die Grenzen von Land und Meer vorbildete.

Digitized by Google

2. Stadium: Das Zersplittern und Aufbrechen dieser Kruste und die schnellere aber unregelmässige Erkaltung, welche durch den ersten theilweisen Niederschlag des Wassers auf der Erde bewirkt wurde, während noch ein grosser Theil der Oberfläche sogar roth-glühend sein mochte und mit dem zähen Innern noch theilweise die Verbindung offen stand. Diese Vorgänge waren begleitet von einzelnen localen Spannungen und Compressionen.

3. Stadium: Zunahme der Erstarrung in der verdickten Kruste, die fähig wurde, den tangentialen Druck, der durch die Contraktion erzeugt wurde, fortzupflanzen. Dieser umgesetzt, wie wir gesehen haben, erhob die Bergketten und gestaltete die hypsometrischen Formen des Festlandes, begründete das Reich des Oceans und der Wasserläufe der Welt und hiermit die ersten Anfänge der Klimate, die einer Entwicklung der Lebensformen günstig waren.

4. Stadium: Die Epoche einer ausserordentlich dicken und starren Kruste mit verhältnissmässig langsam fortschreitender Erkaltung der Erdkugel, die Herrschaft der Vorgänge, wie sie noch fortdauern, des Spieles der durch fortschreitende Erkaltung bewirkten Kräfte der Contraktion, von denen wir zu zeigen hoffen, dass aus ihnen vulkanische Thätigkeit ihren Ursprung nimmt und anscheinend unverändert, wenn auch mit stets abnehmender Kraftäusserung sich erhält.

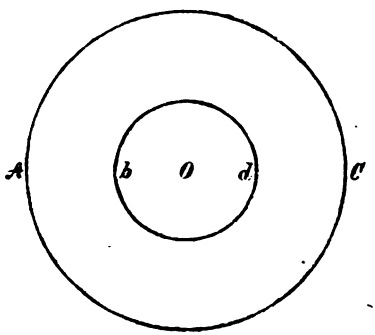
Diese Stufen in dem Fortschreiten säcularer Erkaltung sind nicht lediglich willkürlich, jede ist durch eine andere Art des Ausdruckes der Contraktionswirkungen bezeichnet. Das Maass der Contraktion war im Anfang ein sehr hohes, weil auch die Abkühlung schnell erfolgte und der Contraktionscoefficient der grösste war; es äusserte sich in der Umformung und nachher in dem Bersten der dünnen Kruste unter Spannung und durch Aufwärtswallen der flüssigen Masse von innen. Später als die Schale dicker geworden, äusserte sich dieselbe in Umbiegungen und Erhebungen der Gebirgsrücken, indem auf die primären Spannungen nunmehr Compressionen gefolgt waren. Endlich, als das noch fortdauernde Stadium der Entwicklung erreicht war,

Digitized by Google

worin die Kruste eine grosse Dicke erreicht hat, bedeckte diese den noch heissen Kern überall als verhältnissmässig starre sphäroidale Schale. Diese einzelnen Stadien griffen in ihrer Entwicklung mehr oder weniger in einander über.

61. Wie verhält sich denn die Contraktion des Volumens unserer Erde, welche noch vor sich geht? Denn wenn sie noch als erkaltend gilt, muss sie sich auch noch zusammenziehen. Wir haben eine Kugel AC, die den Gravitationsgesetzen unterworfen ist, aus einer verhältnissmässig dicken Kruste besteht und einen heissen Kern einschliesst; dieser verliert seine hohe Temperatur, indem er dieselbe in die Kruste überführt und von der Oberfläche ausstrahlt, der Contraktionscoefficient der Masse des Kernes, der eine weit höhere Temperatur besitzt als die Kruste, ist grösser als der der Masse dieser letzteren.

Fig 2.



Wäre die Schale, die den Kern umhüllt, noch dünn und biegsam, so würde sie nachgeben, würde sich wie früher in Falten legen und nachsinken, je nachdem der Durchmesser des Kernes allmählich durch Contraktion verkürzt würde.

Aber diese Kruste ist jetzt ein starres, umhüllendes Gewölbe, ihre Dimensionen nehmen nach dem Maassstabe ihres geringen Contraktionscoefficienten, viel langsamer ab, als die des Kernes mit hoher Temperatur und daher weit höherem Coefficienten. In Fig. 2 sei b d der Kern, die Dicke der Kruste Ao — b o, d. h. die volle Dicke der ganzen Kruste, die weder vollkommen starr, noch starr genug ist, um wie ein sich tragendes Gewölbe zu widerstehen. Die schnellere Contraktion des Kernes bewirkt, dass er sich von der inneren Fläche der äusseren Schale zurückzuziehen strebt

Digitized by Google

und so die letztere zum Theil ohne Unterlage lässt. Und wenn wir annehmen, dass an der Contaktfläche zwischen Kern und Schale eine gewisse Adhäsion die beiden verbinde, so wird der sich contrahirende Kern alle Theile der sphäroidalen Kruste mit sich in radialer Richtung zum Centrum abwärts ziehen.

In jedem Falle ist die direkte Folge gegenseitiger Druck durch tangentiale Pressung in der Schale; diese, als hinreichend dick und starr, widersteht diesen Kräften wie ein Gewölbe.

62. Wenn das Gewölbe zu schwach wäre, um den tangentialen Pressungen zu widerstehen, so müsste es bei den Wechselwirkungen des Druckes in seinen einzelnen Theilen zerquetscht werden; und wenn es nicht von homogener Masse ist, oder wenn der Druck an einer Stelle grösser ist als an der andern, dann muss es z. Th. längs der schwächsten oder meist gepressten Stellen zerquetscht werden.

Wenn aber das Material des starren Gewölbes oder der Kruste, gleich allen Stoffen, compressible ist und zu ausweichenden Windungen (amenable to shearing strain) verdrückt werden kann, dann ist der tangentiale Druck auch mit Zusammendrückung verbunden und daher mit Bewegung in den Theilchen der Masse selbst.

63. Die durch gegenseitigen Druck und durch die Bewegung geleistete Arbeit wird in Wärme umgewandelt. Diese erwärmt entweder gleichmässig die ganze sphärische Schale, wenn der Druck oder die Arbeit sich gleichmässig durch die ganze Masse fortpflanzt oder sie erwärmt nur gewisse Punkte, Linien oder Ebenen der Kruste intensiver, wenn die Arbeit mehr oder weniger nach diesen Stellen übertragen wird. Das wollen wir uns durch ein Bild vorzustellen versuchen. Nehmen wir an, wir hätten ein Ei, mit harter Schale und weichem Innern, bei dem wir durch irgend welche Mittel das weiche Innere an Volumen abnehmen lassen können, so dass es von der inneren Fläche der Schale zurückschrumpft, oder dieses zu thun strebt und hierdurch die Schale dem Drucke der Athmosphäre aussetzt. Sobald dieses geschehen, werden tan-

Digitized by Google

gentiale Pressungen in der Schale hervorgerufen, so dass ihre Theilchen sich wechselweise einander nähern (wenn wir dieselbe als eine Art von Gleichgewicht uns vorstellen). Die Temperatur der ganzen Schale muss dadurch, in Folge der geleisteten inneren Arbeit, eine höhere werden; und wir können dabei zum Beispiel annehmen, dass die Zunahme der Temperatur die gleiche sei in allen Theilen der Kruste.

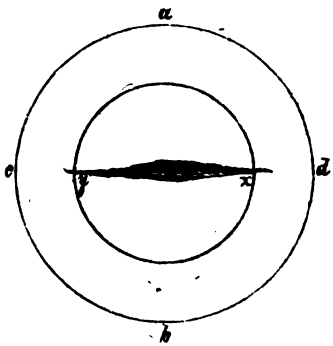
Nehmen wir nun aber einmal an, dass die Schale vorher zerbrochen worden sei, sei es in unregelmässigen Richtungen über die Oberfläche, wie es Eier beim Kochen nicht selten zeigen, oder nach Linien geringerer Stärke in der Schale. Wenn die Zusammendrückung am grössten sein wird längs der Linien des geringsten Widerstandes, dann muss die ganze Summe der Compressionsarbeit auf die Bruchlinien oder die Linien der Schwäche übertragen werden, und die Temperaturzunahme, die durch den grösseren Theil der inneren Arbeit hervorgerufen wird, muss sich darin zeigen, dass gerade diese Stellen der Schale weit mehr erwärmt werden, als die zwischenliegenden Theile der nicht zerbrochenen Schale. Was der Druck der Athmosphäre an der nicht getragenen Eischale bewirkt, das wird an unserer Erde durch die Gravitation der Kruste und die Attraktion des Kernes selbst hervorgerufen.

64. Ein anderes und näher liegendes Beispiel, ja fast einen vollkommen parallelen Fall, bieten die Erscheinungen, welche die Abkühlung grosser sphärischer oder cylindrischer Eisenmassen zu begleiten pflegen. Eine mässig grosse Kugel von Gusseisen, die in einer eisernen Form gegossen wurde und deren Oberfläche sich daher schnell abkühlt und starr wird, lässt im Centrum einen Hohlraum übrig, wenn sie erkaltet ist. Die zuletzt erstarrenden Theilchen verloren nach dem Centrum hin ihren Zusammenhang unter dem Zwange der starren Schale, deren Durchmesser nicht so abnahm, dass sich die totale Contraktion ausgleichen konnte.

Alle sehr grossen cylindrischen Schmiedestücke von Werkeisen, von etwa 2—3 Fuss Durchmesser, platzen beim

Digitized by Google

Fig. 3.



Erkalten und reissen in mehr oder weniger unregelmässige diametrale und axiale Ebenen auseinander, wie in Fig. 3. Anfangs war die ganze Masse weissglühend und weich; die Aussenwände erkalten zunächst und am schnellsten und bilden ein starres Gewölbe (dessen Dicke wir als $\frac{cd-xy}{2}$ annehmen mögen), welches das noch sehr heisse Innere umgibt und dessen Dimensionen durch das Volumen des letzteren bestimmt werden, weil es von der starren, gewölbten Schale umschlossen wird. Die Erkaltung im Innern schreitet fort, die Wärme wird durch die starre Schale abgegeben, und da die Schale dem radialen Zuge des zusammenziehenden Kernes yx nicht nachgeben kann, so ist die Volumverminderung dieses letzteren mit einer Zerreissung in irgend einer diametralen Richtung yx verbunden, der die Formveränderung des Cylinders selbst in orthogonaler Richtung folgt, sobald dieser Riss gebildet ist.

Die exakte Thätigkeit und der innere Zusammenhang dieser Kräfte, der hier nur unvollkommen dargestellt ist, sind eines weiteren entwickelt worden in der Arbeit des Verfassers: Ueber die Elasticitätscoefficienten und die Brüche im Schmiedeeisen u. s. w. (Minutes of Proceedings of the Institution of Civil Engineers T. 18. p. 367—312), auf welche hiermit hingewiesen wird. Der Fall ist bei einer Kugel derselbe, wie bei einem Cylinder, wenn die Masse des Kernes bei jener zu zähe ist, um irgendwo zu entweichen.

65. Bei einem kleinen Cylinder oder einer Kugel mit einer verhältnissmässig dicken, starren Kruste, ist das Endresultat der Contraktion des Kernes sein Zerreissen durch ardiale Spannung und nicht eine Zerquetschung der Masse des bedeckenden Gewölbes durch tangentialen Druck.

Digitized by Google

Aber es ist ersichtlich, dass das eine oder das andere eintreten muss, wenn die Summe der Spannungswiderstände des Kernes oder der Compressionswiderstände der Schale grösser ist.

Aber in einer sehr grossen Kugel, wie die unseres Planeten, wo die wirkende Kraft in allen seinen Theilen eine gravitative ist und wo ein Querschnitt in der Ebene eines grössten Kreises an Durchmesser ganz bedeutend die Mächtigkeit der Schale übertrifft, auch wenn wir diese auf einige hundert Meilen Dicke schätzen, da ist es klar, dass es die Schale sein muss, die durch Zusammengedrücktwerden nachweicht und nicht der noch heisse Kern durch Einreissen. Gleichwohl ist es durchaus möglich, dass in einem noch weit vor uns liegenden Stadium endlicher Erstarrung eine diametrale Spalte einreisst, oder eine centrale Höhlung in dem dann ganz erkalteten und starren Kerne unserer Erdkugel übrigbleibt.

66. Die sich noch jetzt in unserer Erdkugel vollziehende Contraktion durch die säkulare Erkaltung derselben, erscheint daher einmal in der Compression der weniger warmen und mehr erstarrten bedeckenden Rinde und dann in der Zerquetschung der Masse dieser Schale nach Linien oder an Punkten und in Ebenen der geringsten Widerstandsfähigkeit, bewirkt durch die Schwere der Schale selbst, die sie nach dem zusammenziehenden und sie mit sich ziehenden Kerne abwärts drückt.

Diese so entwickelte Arbeit wird in Wärme umgesetzt, und diese Wärme ist am grössten längs der Punkte, Linien oder Ebenen, wo Bewegung und Druck, die diese Arbeit zusammensetzen, am grössten sind.

An solchen Stellen concentrirter Druck- und Quetscharbeit mag die Temperatur wohl lokal bis zur Rothgluth sich steigern und mag die Schmelzung der gequetschten Gesteinsmassen und der auf einander gepressten Wände, welche diese einschliessen, bewirken.

Das also ist die Ansicht des Verfassers von der wirklichen Natur und dem Ursprunge vulkanischer Wärme, wie sie in unserer Erde erzeugt wird; sie kommt nicht von einem offenen Zusammenhange mit einem ursprünglichen

Digitized by Google

und noch flüssigen Erdinnern her, noch auch von einem solchen Zusammenhange mit isolirten Becken flüssiger Gesteine, deren Existenz nicht wahrscheinlich ist, sondern sie wird unterhalb der Stellen, wo sie in vulkanischen Ausbrüchen zu Tage tritt, oder in naheliegendem unterirdischem Gebiete durch die mechanische Arbeit der zusammengepressten Rinde erzeugt, welche durch die Schwere abwärts nach dem sich contrahirenden Kerne bewegt wird. Die so lokal erzeugte Wärme wird auch lokal wieder verbraucht und dient zur Erzeugung chemischer Arbeit und setzt sich wieder zurück in mechanische Arbeit um, vorzüglich der Eruption selbst.

Und so ist die vulkanische Thätigkeit, wie wir sie auf unserer Erde wahrnehmen, zwar nicht das unmittelbare Produkt ursprünglicher Schmelzhitze, aber sie ist doch mittelbar hervorgerufen durch die Abnahme dieser Hitze, die die einfache Folge der Erkaltung unserer Erde und der erkannten Gesetze der Schwere ist.

Vulkanische Thätigkeit (oder Vulkanicität im Allgemeinen, wenn wir darunter Erdbeben und die andern Arten der sog. plutonischen Erscheinungen der Geologen einbegreifen) kann daher nach des Verfassers Ansicht folgendermassen definirt werden.

Definition.

67. *Die Wärme, aus der die vulkanische Thätigkeit der Erde sich gegenwärtig herleitet, wird in der festen Erdrinde durch Umsetzung der mechanischen Arbeit der Zusammendrückung oder der Zerquetschung der Theile dieser Rinde lokal erzeugt. Diese Zusammendrückungen und Zerquetschungen werden durch die schnellere Contraktion des heissen Erdkernes in Folge der Erkaltung und durch das mehr oder weniger freie Nachsinken der Kruste durch ihre Schwere bewirkt. Die vertikale Wirkung der Contraktion löst sich hierbei in tangentiale Pressungen und Bewegung im Innern der Erdrinde selbst auf.* *)

*) Die Produktion von Wärme als Folge einer Condensation von Gasen oder Dämpfen beim Uebergang in die flüssige oder feste

Digitized by Google

68, Es ist schon hervorgehoben worden, dass in dem frühesten Stadium der Erkaltung, als die ungeheure Contraktion in der Umgestaltung der äusseren Theile des Sphäroides zum Ausdruck kam, grosse Linien des geringsten Widerstandes durch scharf gekrümmte Biegungen und Zerreissungen hervorgerufen wurden. Die ganze folgende Thätigkeit suchte ihre Zahl und ihre Ausdehnung zu vergrössern und es dürfte wohl nicht von den Geologen geläugnet werden, dass alle Beobachtungen die Existenz von grossen Rutschlinien des geringsten Widerstandes und des aufgehobenen Zusammenhanges unserer Erdrinde andeuten, so z. B. rund um die Küsten des Stillen Meeres. (8)

Unter und nahe solchen Linien müssen wir uns die Gesteine zerrissen und zerbrochen denken und annehmen, dass dieselben über weite Räume und bis in grosse Tiefen hinab zu unzusammenhängenden Fragmenten reducirt sind, die dicht an einander gepresst und zu enger Berührung zusammengedrückt sind.

Gerade an und über solchen Stellen finden wir die vulkanischen Ausbrüche. Längs solcher Ebenen geringen Widerstandes and bis in grosse, aber ungekannte Tiefen hinabgehend, muss die Temperatur durch die an jenen Stellen sich concentrirende Bewegung der zusammengedrückten Schale am höchsten sein, wie schon oben gezeigt wurde.

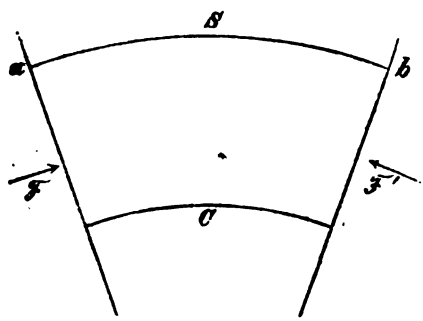
69. Aber solche Bezirke höherer Temperatur sind nicht nur zu Vertikal-Ebenen begrenzt, am wenigsten so tief innerhalb des Bereiches der festen Kruste, als diese aus über einander und wechselgelagerten Formationen von verschiedener mineralischer Zusammensetzung besteht oder auch, womit wir uns hier allein beschäftigen, aus solchen, die verschieden sind an Zusammendrückbarkeit und Leitungsvermögen, das eine oder beides zugleich.

70. In Fig. 4 stellt S C die Tiefe der Erdkruste

Form hat Herbert Spencer in seinem »Essay on the Nebular Hypothesis« besprochen (Westminster Review, July 1858). Es braucht kaum bemerkt zu werden, dass seine Ansichten verschieden sind von denen über die vulk. Hitze, die hier ausgesprochen werden und dass diese letzteren durchaus nicht durch Spencer's Ansichten bedingt worden sind.

Digitized by Google

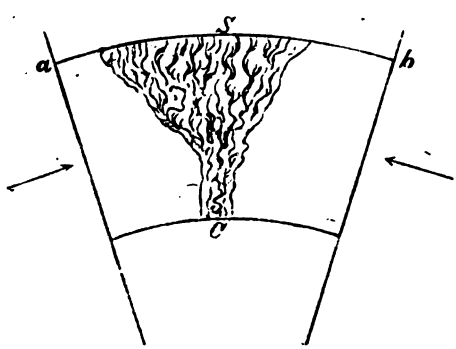
Fig. 4.



dar, wovon ein gleichmässig dicker Theil zwischen den Vertikal-Ebenen a und b liegt und dem Drucke der tangential wirkenden Kräfte f u. f' ausgesetzt ist. Dann muss, wenn die ganze Masse zwischen C und S von homogenem Materiale und gleicher Zusammendrückbarkeit ist, jede Erhöhung der Temperatur als eine Wirkung der Zusammendrückung, gleichmässig durch die ganze Masse vertheilt sein. Wenn aber die Zusammendrückbarkeit nach C hin geringer ist, als mehr nach oben hin, wenn hingegen eine angemessene Kraft gleichmässig auf alle Punkte der Ebenen f und f' drückt und das mehr zusammendrückbare Material nicht vom Drucke erreicht werden kann, ehe das weniger zusammendrückbare gewichen ist, dann wird die Temperatur nicht die gleiche sein, sondern sie wird dort die höchste werden, wo die Arbeit des Druckes die grösste ist und wir werden so Variationen mit der Tiefe finden, die gesetzmässig aufsteigen entweder nach oben oder nach unten.

71. Es wird das, allerdings nicht in so ganz regelmässiger Weise, auch der Fall sein, wenn, wie in Fig. 5, die Masse a C b eine Fläche geringeren Widerstandes umfasst, die mit Zerbrechungen etc. zusammenhängt und sich verschiedenartig nach der Tiefe zu ausdehnt. Wenn

Fig. 5.

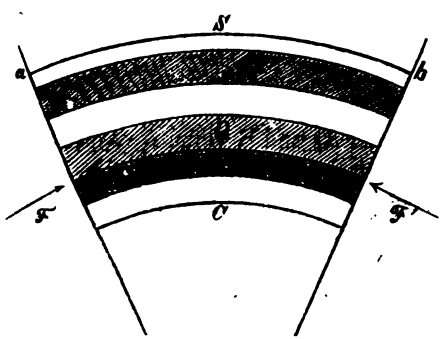


Digitized by Google

z. B. das Material nach C hin mehr compakt als höher aufwärts und daher weniger zusammendrückbar ist, und wenn wie auch vorher, die tangentialen Pressungen f und f' gleichmässig auf die vertikalen Ebenen a und b wirken, so dass sie sich nur in dem Maasse einander nähern können, als die weniger zusammendrückbare Masse nachgibt, dann muss die höchste Temperatur um C herum entwickelt werden, wo die grösste Arbeit geleistet wird.

72. Nehmen wir drittens an, dass die Masse a C b aus einigen Lagen oder Schichten von verschiedener Zusammendrückbarkeit besteht und den Kräften f und f' wie vorher ausgesetzt ist; und setzen wir ferner z. B. voraus, dass die Schicht Q weniger zusammendrückbar ist als S, die gerade darunter liegt, oder als andere Schichten in dieser Reihe, dann wird, da die Arbeit der Zusammendrückung in der Schicht Q grösser ist, diese Schicht, wenn ihre Zusammendrückbarkeit überall eine gleiche ist, gleichmässig eine höhere Temperatur erhalten als die benachbarten Schichten.

Fig. 6.



Hier wird die Temperaturerhöhung nicht in der Richtung einer vertikalen oder nahezu vertikalen Ebene stattfinden, sondern in einer horizontalen.

73. Die grösste Menge von Arbeit wird aber nicht immer in den wenigst zusammendrückbaren Gesteinen geleistet werden, denn wenn Arbeit das Produkt von Druck und Bewegung ist, kann in einem sehr leicht nachgebenden Gesteine, bei einem grösseren Maasse von Zusammendrückbarkeit unter Anwendung eines gegebenen Druckes, dennoch die grössere Arbeit geleistet werden.

74. Die Ausdehnung auf die hin eine Gesteinsschicht

Digitized by Google

durch Zusammendrückung ohne eine Zermalmung, d. h. also in den Grenzen ihrer Elasticität, erwärmt werden kann, mag durch ein Beispiel erläutert werden. Bei den vom Verfasser zu Holyhead ausgeführten Experimenten über die Zusammendrückbarkeit der Gesteine (Phil. Transac. 1862. p. 663—676) fand er, dass gewisse Quarzgesteine und gewisse Schiefer über 12,000 Pfd. per Quadratzoll trugen, ohne dass ihre Elasticitätsgrenzen überschritten würden; die totale Zusammendrückung war bei diesem Drucke auf die Einheit der Länge 0,13248 für den Quarz und nur 0,04464 für den Schiefer. Die Fusspfunde der Arbeit, um beide bis zu diesem Maasse zusammenzudrücken durch J (Joule's Aequivalent) dividirt, ergiebt, dass ein Prisma von einem Quadratfuss Fläche und hundert Fuss Länge aus jedem der Gesteine die folgenden britischen Wärmeeinheiten entwickelt:

Quarz = 295.200 Schiefer = 100.800.

Wenn also die Lager Q und S (Fig. 6) aus diesen Gesteinen bestänen und mit der gleichen Kraft von 12,000 Pfd. per Quadratzoll zusammengedrückt würden, so würde die Schicht Q, aus Quarz bestehend, fast dreimal so warm werden als die Schicht S darunter aus Schiefer und es würde die erstere ihre Wärme den Schichten über und unter ihr mittheilen.

75. Hierin erkennen wir also eine sehr ausgiebige Ursache für die grossen Ungleichheiten in der Zunahme der Erdtemperatur. Soviel dem Verfasser bekannt ist, ist dieselbe noch nicht bekannt gemacht worden und war gewiss Hopkins nicht in den Sinn gekommen, als er fand, dass centrale Hitze und Verschiedenartigkeit in dem Leitungsvermögen der Gesteine allein nicht ausreichend seien, um die Erscheinungen der Temperaturzunahme nach der Tiefe hin zu deuten. In der That müssen, wie wir am Schlusse noch sehen werden, die Störungen in der unterirdischen Temperatur, die sich so von dem Drucke und der Bewegung in der Erdrinde herleiten, sehr viel grösser sein, als man es bis heran vermuthet hat und mögen wohl bis zu einem erheblichen Bruchtheil der Wärme sich steigern, die vom Kerne ausgeht. Die Wärme, die so durch

Digitized by Google

innerliche Arbeit so zu sagen hervorgebracht wird, wird noch zur Zeit in der Erdrinde erzeugt. Ihre Höhe hängt nicht so sehr von der Tiefe ab, aus der sie empfangen wird, als von der Stärke der Contraktion der Masse des Erdkernes, die folgerichtig eine Funktion des totalen Wärmeverlustes nach allen Seiten hin ist. Da die Wärme, die auf diese Weise in ungleichem Maasse durch Druck hervorgerufen wird, in verschiedener Tiefe verschieden sein kann, so erhalten wir hierdurch auf einmal eine Erklärung der Beobachtungen im Dukenfield-Schacht u. a. a. O., nämlich der Verschiedenartigkeit der geothermischen Tiefenstufe in einer und derselben Verticallinie und erkennen, wie sich eine kältere oder wärmere Schicht zwischenschieben kann. Wir haben in der That eine wirkliche Quelle der Störung, verschieden von den Unterschieden in der Leitungsfähigkeit der Gesteine und der Gegenwart durchsickernder Wasser, die allein Hopkins' Aufmerksamkeit erregten.

76. Aber die Wärmeentwicklung in der festen Erdrinde durch die verschiedene Zusammendrückbarkeit der übereinanderlagernden Formationen endigt nicht mit der Zusammendrückung des Materiales jeder einzelnen oder aller Schichten.

Je zwei übereinanderlagernde Schichten, wie Q u. S in Fig. 6, die demselben Drucke ausgesetzt sind, müssen, wenn sie ungleiche Coefficienten der Zusammendrückbarkeit besitzen, die eine auf der andern hingleiten und müssen so zwischen den gleitenden Oberflächen Reibung und Zerreissung bewirken. Auch diese Arbeit wird in Wärme umgesetzt und so wird die eigene Temperatur der Schichten und die der benachbarten erhöht.

77. Endlich müssen wir noch in Betracht ziehen, dass die tangentialen Kräfte, nicht immer, wie wir in ff', Fig. 4, 5 u. 6 angenommen haben, in allen Tiefen gleich sein können. Denn unabhängig von einem allgemeinen Gesetze, welches die Gravitation der Rinde mit diesen tangentialen Kräften in Verbindung setzt (auf welches wir nun übergehen wollen) muss schon die blosse Ungleichheit des Widerstandes in verschiedenen Tiefen, die wir nach-

Digitized by Google

gewiesen haben, die Gleichheit des Druckes stören und sogar in gewissen Grenzen seine Richtung lokal derart ändern, dass derselbe aus vollkommen tangentialer in eine mehr oder weniger entweder zur Vertikalen oder zur Horizontalen geneigte Richtung übergeht.

Wir wissen zwar nichts über die Constitution und die Reihenfolge der Materialien, aus denen die feste Erdrinde besteht, in grösseren Tiefen als etwa bis zu 70 Meilen durch Schlussfolgerungen und bis zu 25 Meilen durch direkte Beobachtung und Folgerung, obschon die Erörterungen Durocher's und Anderer uns die Annahme gestatten, dass auch in einer noch weit grösseren Tiefe, als die genannte, die Erdrinde nicht wesentlich von den harten, krystallinischen Gesteinen der Oberfläche verschieden sei, und obschon sie angeben, dass unter den geschichteten Formationen, also etwa in einer Tiefe von 25 Meilen das Material mit grosser Wahrscheinlichkeit ein viel gleichförmigeres, weniger zerklüftetes und dichteres sei, als an der Oberfläche.

78. Wenn wir so eine wirkliche und ausreichende Ursache entdeckt haben, aus der sich eine grosse lokale Erhöhung der Temperatur in der festen Erdrinde herleiten lässt, so ergiebt sich, dass wir in der That auch die Ursache und Natur vulkanischer Thätigkeit gefunden haben und es ist ferner erwiesen, dass dieselbe nur ein Theil des erkannten kosmischen Mechanismus der Erde ist. Ganz unabhängig bleiben davon die Fragen, wie hoch die ursprüngliche Temperatur der Erde gewesen, ein wie langer Zeitraum seitdem verflossen sei, oder welche ihre jetzige innere Temperatur sein möge, sowie die Fragen, ob der Kern noch flüssig oder ob er fest, ob die Schale dicker oder dünner sei, ausgenommen nur die Thatsache, dass das Innere der Erde überhaupt noch heisser sei, als die Oberfläche und dass sie im Ganzen erkaltet.

Denn da eine hinreichende Quelle für die hohe lokale Temperatur in irgend einer Tiefe unter den vulkanischen Auswurfsstellen gefunden ist, so vervollkommnet die Gegenwart des Wassers, sei es süss oder salzig, in dem Heerde der vulkanischen Thätigkeit den ganzen Mechanismus dieser ungeheuren Arbeit der Wärme; und in

Digitized by Google

der Vereinigung dieser beiden Faktoren finden alle feststehenden Thatsachen der Auswurfsmassen und anderer Produkte leicht ihre Erklärung.

Auf diese werden wir eingehen und allerdings nur in der Kürze die hauptsächlichsten Erscheinungen dieser und auch der plutonischen Thätigkeit im Allgemeinen mit unserer Ursache für die lokale Produktion der Wärme selbst vergleichen. Vulkanische Erscheinungen, wie sie uns in historischen Zeiten bekannt geworden oder durch ihre noch älteren Spuren sich uns gezeigt haben, sind im Allgemeinen durch eine Gleichmässigkeit ihrer Produkte sowohl wie ihrer Thätigkeit über die ganze Erde hin und durch alle Zeiten hindurch charakterisirt. Sie unterscheiden sich fast nur in der Intensität und verlangen nothwendig die gleichzeitige Existenz einer Wärmequelle und des Wassers zur Dampfbildung. Daher ist es klar, dass eine vulkanische Thätigkeit, wie die, welche wir heut zu Tage kennen, nicht auf unserer Erdkugel vorhanden gewesen sein konnte, ehe die grossen Wasserflächen sich auf derselben niedergeschlagen hatten, die die festen Massen der Erdrinde durch Capillarität und Infiltration bis auf grosse Tiefen durchdringen, d. h. also nicht eher, als bis die äussere Oberfläche der Erde bis zu einer Temperatur sich abgekühlt hatte, bei der flüssiges Wasser sich niederschlagen und die Erdkruste durchdringen konnte. Das bestimmt eine Anfangsgrenze, über die hinaus vulkanische Thätigkeit, so wie wir sie jetzt kennen, nicht früher auf unserer Erde bestehen konnte.

79. Wir haben keine ganz bestimmten Daten, um diesen Anfang einer vulkanischen Thätigkeit in der geologischen Entwickelungsscala zu fixiren, aber sehr wahrscheinlich liegt derselbe nicht viel vor dem Ende der Secundärperiode, wenn er überhaupt so weit zurückliegt. Früher als zu dieser Zeit scheint die vulkanische Thätigkeit vorzüglich darin bestanden zu haben, dass gewaltige Mengen flüssiger Gesteinsmassen zwischen den gesonderten Erdschollen aufwallten, oder auch Massen von heissem Staube oder sog. Asche, vielleicht auch noch in anderer Art, aber jedenfalls ohne Auswürfe, die durch elastische Dämpfe bewirkt

Digitized by Google

vielleicht gelegentlich solche, die von Gasen verursacht wurden. In jedem Falle aber war diese Thätigkeit verschieden von der jetzigen und bildete nur einen Theil des Mechanismus, welcher die Faltungen und Erhebungen der ersten Stadien der Erkaltung und Contraktion bewirkte.

Es ist nicht unmöglich, dass vulkanische Ausbruchsstellen oder andere ausreichende Anzeichen einer wirklichen vulkanischen Thätigkeit von dem explosiven Charakter des heutigen Systemes später einmal auch in den älteren sedimentären Formationen gefunden werden. Die sog. Lager von vulkanischer Asche, die Trappgänge und Porphyrrücken der silurischen Formation im südlichen Irland und in Nord-Wales u. a. sind allerdings Anzeichen einer feurigen Thätigkeit, aber von dem hydrostatischen Charakter, der der explosiven Thätigkeit unserer heutigen Vulkane voranging.

Einige Erscheinungen explosiver Thätigkeit sind gelegentlich auch in Gesteinen von feuriger, aber sicher nicht vulkanischer Entstehung wahrzunehmen, so die Grünstein- und Trappkugeln und Knauer, die der Verfasser in den grossen Grünstein- oder Trappgängen von Galway gefunden hat (Transact. Roy. Irish Acad. 1834); aber kein ausgiebiges Anzeichen ist vorhanden, soweit die Kenntniss des Verfassers reicht, dass ein Vulkan im eigentlichen Sinne in den Zeiten des Silurs oder noch weit früher existirt habe. Auch würde, selbst wenn eine solche sporadische Existenz nachgewiesen würde, das dennoch die Ansichten des Verfassers nicht bestreiten, dass das grosse System explosiver Vulkane, wie es jetzt auf der Erde besteht, überhaupt nicht weiter der Zeit nach zurückreicht, als es oben aufgestellt worden. Keine scharfe Zeitgrenze kann aber für den Uebergang aus der hydrostatischen in die explosive Thätigkeit angegeben werden. Der Wechsel vollzog sich allmählich, und gerade so, wie die Epoche der Festlands- und Meeresbildung durch die Umgestaltung der Erdoberfläche noch in die Zeit des Gebirgsbaues durch Faltung und so wie diese wieder in unsere Epoche der vulkanischen Zermalmung und explosiven Thätigkeit hinübergreift, so reichte auch die grosse Epoche der hydro-

Digitized by Google

statischen, feurigen Thätigkeit noch mehr oder weniger über den Anfang der jetzt bestehenden vulkanischen Aera hinaus. Die älteste Form der feurigen Thätigkeit, durch welche die ungeheuren Trappmassen u. A. aufwärts gepresst wurden, in einer Weise, die, wie man später in Californien erkannt hat, mit den jetzt herrschenden vulkanischen Kräften durchaus unvereinbar ist, diese Thätigkeit dauerte noch bis in verhältnissmässig neue Perioden; z. B. der Kalkbildung, ungeschwächt fort und mag vielleicht noch auf dem Meeresboden fortbestehen. Aber zwei durchaus charakteristische Thatsachen bleiben in Kraft; einmal, dass die ältesten feurigen Wirkungen hydrostatisch und nicht explosiv waren, während die jetzige vulkanische Thätigkeit eine explosive und nicht hydrostatische ist und dann zweitens, dass diese letztere oder die noch bestehende Form der feurigen Thätigkeit, die explosive, auch bei weiter Annahme nicht älter als ein Theil der Secundärperiode und dass ein überwiegender Theil derselben jedenfalls von jüngerem Datum ist.

80. Es folgt daraus auch, dass ein ähnlicher Mechanismus der vulkanischen Thätigkeit, wie er jetzt noch auf der Erde besteht, nicht auf einem anderen Planeten existirt haben kann, ehe dessen Oberfläche solche thermometrische Bedingungen angenommen hatte, die es dem Wasser oder irgend einer äquivalenten Flüssigkeit möglich machten, stetig auf der Oberfläche zu bleiben. Diese Temperatur konnte von der unsrigen, jetzt bestehenden sehr verschieden sein und war einmal ohne Zweifel weit über 210° F, auf unserer Erde.

Aber es folgt nicht, wie in der That schon vermuthet worden ist, dass in einem Planeten oder Satelliten, der ganz anders constituirt ist, als unsere Erde, nicht eine vulkanische Thätigkeit für längere oder kürzere Zeit auch durch chemische Vorgänge möglich gewesen sei, oder durch chemische und mechanische Vorgänge im Verein, eine Thätigkeit, die von der auf unserer Erde sichtbaren Vulkanicität durchaus verschieden war. So konnte durch die Entwicklung von Gasen aus flüssigen oder festen Massen bei einer Temperatur und durch ihre Absorption bei einer

Digitized by Google

andern Temperatur, wie es die Beispiele an geschmolzenem Silber und Kupfer zeigen, welche beide Sauerstoff absorbiren oder analog den zahlreichen Fällen von chemischen Vorgängen in Verbindungen, wie sie Tessie du Motay entdeckte oder auch noch auf manche andere denkbare Art eine vulkanische Thätigkeit verursacht werden.

81. Der Verfasser muss nun noch nachweisen, dass, wenn man den Ursprung der Wärme, welche die bewegende Kraft der Vulkane ist, in dieser Weise annimmt, dann auch die Bedingungen derartige sind, dass sie aus wirklichen und den Wirkungen entsprechenden Kräften sich herleiten lassen. Indem er das zu thun unternimmt, muss er also den Beweis liefern:

1) Dass die Schwere der nicht unterstützten oder nur theilweise unterstützten festen Erdrinde ausreicht, um alle Materialien, aus der sie besteht, zu Pulver zu zermalmen und zwar ohne Unterschied, welches die Dicke der Kruste sein mag, ausgenommen, wenn sie gleich wäre dem ganzen Radius.

2) Welches die totale Grösse der Contraktion solcher Materialien ist, die den Gesteinen der Erdkruste analog sind, wenn sie vom Schmelzflusse oder aus einer noch höheren Temperatur zu der Temperatur der jetzigen Athmosphäre sich abkühlen.

3) Welches die mittlere Arbeit ist für die Gewichts- und Volumeneinheit, die nothwendig geleistet werden muss, um die Gesteine, aus denen unsere Erdrinde besteht, zu Pulver zu zerquetschen und wie hoch die Wärme, die durch Umsetzung solcher Arbeit erzeugt wird.

Endlich haben wir diese Resultate zu vergleichen und sie auf die jetzigen Erscheinungen der vulkanischen Thätigkeit auf unserer Erde anzuwenden.

Der erste dieser Punkte umfasst nur eine mathematische Erforschung, die beiden letzteren fussen auf zwei ausgedehnten Reihen von Experimenten, die der Verfasser angestellt hat und die hier im Detail beschrieben werden sollen.

82. Erstens also: Die nicht unterstützte feste Rinde muss durch ihre eigene und durch die Gravitation des

Digitized by Google

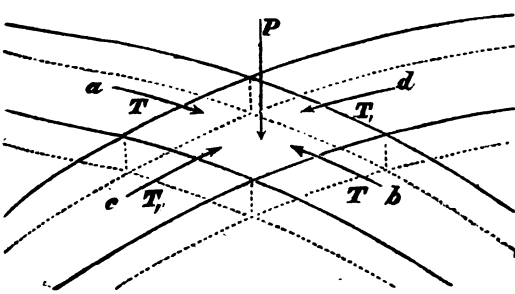
Kernes zermalmt werden, wenn sie aus festem Materiale besteht, das wir als Theil unserer Erde kennen.

Lagrange hat in seinem: Traité de Mécanique analytique cap. III, (statique) „sur l'équilibre d'une surface flexible" etc. (Bertrand's 4. edition Paris 1853) zwar nur als Folgerung und ohne Beweis einen Lehrsatz aufgestellt, welcher für diese Frage Anwendung finden kann. Durch Prof. Haughton ist dieser Satz in eine einfachere Form gebracht worden. Er hat ihn auf einen von dem unserigen ganz verschiedenen Gegenstand angewendet, aber wir sind ihm verbunden dafür, dass er unsere Aufmerksamkeit auf die Anwendbarkeit desselben in unserem Falle gelenkt hat.

Ein Beweis des Satzes ist seitdem durch Prof. Ball von Dublin gegeben worden (Phil. Mag. vol. XXXIX, p. 107 Feb. 1870). Das Theorem lautet folgendermassen: Wenn eine gebogene Oberfläche (von der Natur einer hohlen Schaale oder einer Membrane) im Gleichgewichte ist, wenn darauf Kräfte einwirken, die überall normal zur Oberfläche gerichtet sind, dann ist der normale Druck an jedem Punkte gleich der Kraft in der Richtung der Oberfläche oder Schaale an diesem Punkte, multiplicirt mit der Summe der Reciproken des Hauptkrümmungsradius.

Der Druck mag ein innerer sein, wie in einer aufgetriebenen Blase, der Spannung bewirkt, oder er mag ein äusserer sein, wie im vorliegenden Falle und Pressungen oder Quetschungen in der Richtung der Oberfläche oder ihrer Tangente bewirken; die Oberfläche mag dehnbar oder nicht dehnbar sein, aber jedenfalls kommen in ihr ausweichende Verschiebungen (cross or shearing strains) nicht zur Betrachtung.

Fig. 7.



83. Es sei P (Fig. 7) der normale Druck auf einer Oberflächeneinheit (Quadratzoll oder Meile), die wir uns aus einem sich schneidenden

Digitized by Google

Paare von Bändern der gebogenen Oberfläche herausgreifen, wie a b und c d, die zu einander senkrecht stehen und die Breite der Einheit besitzen, und T der tangentiale Druck auf eine der Seiten des Quadrates der angenommenen Einheit, sich resp. entgegenwirkend, welche Seiten, da sie im Verhältnisse zum Krümmungsradius nur klein sind, als Ebene betrachtet werden können.

Es seien die beiden Radien der Hauptkrümmung (in a b und c d) ϱ_1 und ϱ_2, wie in dem Lehrsatze ausgedrückt, ist dann:

$$P = T\left(\frac{1}{\varrho_1} + \frac{1}{\varrho_2}\right), \quad \ldots\ldots\ldots \quad \text{I.}$$

T^1 hat denselben Werth.

Mit Rücksicht auf die vorliegende Anwendung dieses Satzes, da die Differenzen von ϱ_1 und ϱ_2 für unsere Erde sehr klein sind (vergleichbar den Differenzen zwischen polarem und aequatorialem Radius) und da sie kaum bemerkbar die Krümmung der Oberfläche in begrenztem Raume berühren, können wir die Erde als Kugel auffassen und $\varrho_1 = \varrho_2$ setzen, woraus dann die Gleichung I die folgende wird

$$P = \frac{2T}{\varrho} \quad \ldots\ldots\ldots \quad \text{II.}$$

und

$$T = P \times \frac{\varrho}{2} \quad \ldots\ldots\ldots \quad \text{III.}$$

Wenn die gekrümmte Oberfläche sich sehr stark einer Ellipse nähert, dann ist der Werth von T in Gleichung III nicht ganz genau. Das mag in Fällen lokaler Erhebung oder Einsenkung durch lokale Ursachen der Fall sein, hier brauchen wir das fernerhin nicht in Betracht zu ziehen, da wir ohne besonders merklichen Irrthum die Erde als eine Kugel annehmen können.

Um nun das Vorstehende auf unseren Fall in Anwendung zu bringen, wollen wir annehmen, wir hätten eine kugelförmige Rinde von nur einer Meile Dicke als Oberfläche der Erde, ferner dass dieselbe ihre Form durch Gleichgewicht bewahre, dass sie ganz ununterstützt ist durch den Kern darunter, durch dessen Anziehung, die durch

Digitized by Google

ihr eigenes Gewicht bewirkt wird, sie nach dem Centrum der Kugel gezogen werde.

84. Die Rinde mag aus dem widerstandsfähigsten Materiale bestehen, welches wir kennen z. B. Granit oder Porphyr, welche unter dem Gewichte von 14 Tonnen auf den Quadratzoll von etwas über 2000 Tonnen auf den Quadratfuss zermalmt werden, die ein spec. Gewicht von 2.858 haben und 175—180 Pfd. per Kubikfuss wiegen. Unsere Resultate, die hier, wo es sich nur um ein Beispiel handelt, lediglich approximativ sein können, werden nicht besonders falsch werden, wenn wir den Durchmesser der Erde auf 8000 engl. M. annehmen, jede von 6000′ oder 1000 Faden. Das wird uns viele Zahlen ersparen. Das Resultat wird ganz nahe mit dem übereinstimmen, welches wir erlangen, wenn wir den Durchmesser der Erde 7920 Brit. M. annehmen.

Nun ist in Gleichung III.

$$T = \frac{P\varrho}{2}$$

$\varrho = R$, dem angenommenen Radius unserer Erde und daher

$$T = 2000\ P;$$

aber bei einer Rinde von 1 Meile Dicke ist P = dem Gewichte einer Kubikmeile ihres Materiales: d. i. Granit oder Porphyr in Tonnen; dieses würde, den Kubikfaden von Wasser auf nahe 6 Tonnen angenommen, gleich sein: 6×2.858 Tonnen der Kubikfaden oder $1000^3 \times 6 \times 2{,}858$ die Kubikmeile. Dann ist $T = 2000 \times 1000^3 \times 6 \times 2{,}858$ Tonnen: der horizontale Druck für die Quadratmeile, woraus sich, dividirt durch die Zahl der Quadratfusse in einer Quadratmeile, d. i. $= 1000^2 \times 36$, der Werth für T für den Quadratfuss stellt:

$$T = 952666 \text{ Tonnen},$$

es ist das mehr als 472mal das Gewicht, um Granit und Porphyr zu zermalmen.

Diese einfache Rechnung wird sich mit hinreichender Genauigkeit auf jede Kubikmeile in einer solchen bedeckenden Rinde anwenden lassen, auch wenn dieselbe 100 und mehr Meilen Dicke besitzt, denn die Abweichungen in der Kraft der Schwere sind in dieser Tiefe, die nur

Digitized by Google

$^1/_{40}$ des angenommenen Erdradius beträgt, so gering, dass sie hier ausser Acht gelassen werden können.

Es mag das auf folgende Weise vielleicht noch besser verständlich werden. Wenn T zu $\frac{P}{2}$ in einem bestimmten Verhältnisse steht, welchen Werth immer wir für R annehmen, so ist jede Kubikmeile Gestein in irgend einem Theile der selbst tragenden Erdrinde einem horizontalen Drucke auf jede ihrer Vertikalflächen ausgesetzt, der gleich ist $\frac{R}{2} \times$ dem eigenen Gewichte.

Nach den vorstehenden Angaben ist das 2000 × das eigene Gewicht; aber nach denselben Angaben ist das Gewicht, bei dem Granit oder Porphyr zermalmt werden, circa 2000 Tonnen auf den Quadratfuss und das Gewicht der Masse = 178 Pfd. per Kubikfuss: dann ist der Cohäsionsmodul oder die Länge einer Säule in Fussen, die durch ihr eigenes Gewicht zermalmt wird $= \frac{2000 \times 2240}{178} = 25169$ Fuss = 4,195 Meilen, jede zu 6000′.

Aber die Höhe der Säule desselben Materiales, die den horizontalen Druck darstellt, ist 2000 Meilen oder nahezu 480mal die Höhe des Cohäsionsmoduls.

In der That ist hier die zermalmende Kraft, während die härtesten und am meisten cohärenten Gesteine unter dem Gewichte von 14 Tonnen per Quadratzoll zermalmen, höher als 6000 Tonnen per Quadratzoll, wenn die equilibrirte Rinde, wie wir angenommen haben, vollkommen ununterstützt ist. Daraus folgt, dass wenn $^{427}/_{428}$ des Gesammtgewichtes der Anziehung nach dem Kerne zu durch den letsteren getragen wird, oder also, wenn nur $^1/_{428}$ der ganzen Gravitationswirkung durch freies Niedergehen wirkt, dann das Material der Erdrinde dennoch zermalmt werden muss.

85. Wenn die Dicke der Erdrinde sehr bedeutend ist, wie Hopkins annimmt, so entsteht die Frage, in welcher Tiefe unter der äusseren Oberfläche die Schicht der stärksten tangentialen Pressung gefunden werden wird.

T und P seien wieder der horizontale Druck und

Digitized by Google

die Pressung T sowohl wie P nur auf eine Oberflächeneinheit bezogen, W sei das Gewicht einer Volumeneinheit, berechnet für die Tiefe, an der sie sich findet, nicht übertragen auf die Oberfläche der Erde: so ist die Gleichung für die auf ein Kugelschalenelement wirkende Vertikalkraft:

$$2\int_r^R Trdr + Pr^2 = \int_r^R Wr^2dr,$$

wo R den Erdradius bezeichnet und r den Radius vector bis zur unteren Fläche des Elementes, dann ist:

$$2Tr - \frac{d(r^2P)}{dr} = Wr^2,$$

die Bedingung des Gleichgewichtes zwischen T und P.

Der physikalische Zustand, in welchem man sich die Erdkugel (oder vielmehr ein Element derselben) zu denken hat, liegt zwischen zwei extremen Annahmen, nämlich 1) dass sie bestehe aus übereinander gelagerten gewölbeartigen Schichten, deren jede starr ist und sich selbst trägt, so dass sie keinen Druck auf die nächst untere ausübt, oder 2) dass keine Schicht nach Art eines Gewölbes sich selbst trägt, sondern jede den Druck auf die nächst niedere fortpflanzt, wie im Falle einer Flüssigkeit.

Bei der ersten Annahme ist:

$$P = o \text{ und } T = {}^1/_2 Wr.$$

Bei der zweiten

$$P = T \text{ und } \frac{dP}{dr} = -W \text{ und } T = \int_r^R Wdr.$$

Wenn ϱ als Funktion von r die Dichtigkeit und g die Schwere in der Oberfläche bezeichnet, dann ist die Schwere in der Tiefe r

$$= \frac{R^2}{r^2} \frac{\int_o^r \varrho r^2 dr}{\int_o^R \varrho r^2 dr} g; \; W = \frac{R^2}{r^2} \left(\frac{\int_o^r \varrho r^2 dr}{\int_o^R \varrho r^2 dr} g \right) \varrho.$$

Digitized by Google

Nimmt man z. B. die Dichtigkeit constant, so wird

$$W = g\varrho \frac{r}{R}$$

Und bei der ersten Annahme:

$$T = {}^1/_2 g\varrho \frac{r^2}{R} \text{ *)}$$

bei der zweiten Annahme

$$T = {}^1/_2 g\varrho \left(R - \frac{r^2}{R}\right).$$

Im ersten Falle ist an der Oberfläche $T = {}^1/_2\, g\varrho\, R$, nimmt mit wachsender Tiefe ab und wird $= 0$ im Mittelpunkt, im zweiten Falle ist $T = 0$ an der Oberfläche und wird ${}^1/_2 g\varrho R$ im Mittelpunkte.

Obige Ausdrücke verdankt der Verfasser Herrn Prof. Stokes, Sec. R. S.

86. So führen denn mathematische Betrachtungen zu dem Schlusse, dass in einer dicken Erdrinde, die als starr und aus übereinanderliegenden gewölbten Lagen von Gesteinen von gleicher Dichtigkeit und Cohäsion bestehend, angenommen wird, die horizontalen Pressungen, die eine Zermalmung zu bewirken streben, an der obersten Oberfläche am stärksten und an der untersten Unterfläche am schwächsten sind. Wenn aber diese Rinde aus losem nicht zusammenhängendem Materiale besteht, oder einem Materiale, welches im Vergleiche zu dem grossen Volumen der Erdrinde und den gewaltigen Kräften, die dabei im Spiele sind, so geartet ist, dass es inneren Druck nach allen Richtungen fortpflanzen kann, gleichsam wie ein flüssiger oder plastischer Körper, dann wird das Maximum umgestaltenden Druckes an der Unterfläche und an der Oberfläche gar kein Druck mehr vorhanden sein.

87. So weit dient uns mathematische Forschung; aber sie wirft nur geringes Licht auf die Frage, welche uns hier zumeist interessirt, nämlich: bei welchem Bruchtheile der ganzen Tiefe einer solchen dicken Erdrinde, die Schicht des Maximums von Vulkanicität, d. h. der Arbeit

*) Im Original durch Druckfehler ${}^1/_2 gr\frac{r^2}{R}$. Der Uebers.

Digitized by Google

der Zermalmung und Umgestaltung etwa zu suchen ist. Es hängt das nicht allein von der Tiefe ab, in der T sein Maximum hat, sondern auch davon, in welcher Tiefe die Schicht des grössten Widerstandes zu T gefunden werden kann. Dieser letztere Punkt aber ist abhängig sowohl von der Natur des Materiales in jeder Tiefe, als auch von dem Zustande dieses Materiales, als Bestandtheil einer Kugelrinde, wie die unserer Erde. Im grossen und ganzen betrachtet, ist unsere Erdkruste weder ganz starr und gewölbeartig, noch auch ganz plastisch gleich einer zähen Flüssigkeit; den Bewegungen einer solchen mag sie allerdings nahe kommen. Die Oberfläche ist nach den Temperaturbedingungen als der starrste Theil anzusehen, aber sie ist Meilen tief zerrissen, heterogen und mehr oder weniger unzusammenhängend, die Widerstandsfähigkeit ist daher an der Oberfläche kleiner, als in einer bedeutenden Tiefe unter ihr.

Wenn wir ferner zu der Annahme gezwungen sind, dass die Unterfläche der Erdkruste weicher und zäher ist, als die Oberfläche — und diese Annahme steht allein im Einklange mit den Vorstellungen, die wir von den durch die unterirdische Wärme bewirkten Veränderungen uns machen können — weil ja doch an der Unterfläche der Uebergang in einen viel heisseren und wahrscheinlich flüssigen Kern unterhalb stattfindet, dann muss der Druck T seinen grössten mechanischen Effekt in Umgestaltung und Zermalmung oberhalb der unteren Grenze der Erdrinde haben, wie immer auch die Wirkung dieses Druckes in der Zusammenpressung und Verschiebung der mehr oder weniger zusammendrückbaren, zähen Masse an der Unterfläche oder gerade unter ihr sein mag. Das blosse Zusammenpressen einer zähen Masse, mag es Compression oder Verschiebung bewirken, muss einen Umsatz von Arbeit in Wärme zur Folge haben und mag so wohl im Stande sein, eine vorher zähe Masse wieder in den Schmelzfluss zurückzuführen. Und soweit dieses eine ursächliche Bedeutung haben kann, darf also die vulkanische Thätigkeit nicht von lokalen Druckerscheinungen ausgeschlossen werden, in denen der Zermalmungseffekt übergross ist, da sie überhaupt nur der Ausdruck tangentialer Pressungen in der

Digitized by Google

Erdkruste sind, denen die vulkanische Thätigkeit hier zugeschrieben wird.

88. Sie wird ihren Sitz tiefer unter der Erdoberfläche haben, wenn die obersten Formationen weniger widerstandsfähig sind, und höher über der Unterfläche der Erdrinde, wo die Masse aus dem festen in den flüssigen Zustand übergeht, je grösser die Tiefe der zähen Masse ist. Mit der Tiefe wird sie selbst ferner verschieden sein, da ja die Coefficienten der Dichtigkeit, Sprödigkeit und des äussersten Zusammenhangs von Tiefe und Druck abhängig sind.

Bei einer gegebenen Dicke der festen Erdrinde ist das Problem der Tiefe, in welcher die Schicht vulkanischer Thätigkeit zu suchen ist, jetzt noch nicht zu lösen, wenngleich wir manche mehr oder weniger wahrscheinliche Hypothesen über die Zusammensetzung dieser Rinde machen können, aus denen auf wahrscheinliche Tiefen geschlossen werden mag; so z. B. wenn wir annehmen, dass in einer gewissen Tiefe unter der Oberfläche das Material homogen und unzertrümmert sei, und dass der Coefficient der Zähigkeit nach einem bestimmten Gesetze zunähme, von der flüssigen Unterfläche der Erdrinde an bis zu der oben angenommenen Tiefe. Bei diesen Betrachtungen — von denen Verfasser überzeugt ist, dass sie weit davon entfernt sind, eine mathematische Erforschung von exakter Form zu geben oder einen Gegenstand umfassend zu behandeln, der so verwickelte Verhältnisse enthält, wie sie in der Natur sich bieten — ist die Annahme gemacht worden: dass jedes Kugelschaalenelement von der ganzen Dicke der Rinde sich selbst trage, und dass der Werth von P durch die Abnahme der Schwere beim Niedersinken nicht wesentlich verändert werde, ohne den Versuch zu machen, die complicirten Bedingungen weiter zu verfolgen, die dann noch sich bieten, wenn die Zermalmung auf verschiedene denkbare Weise vor sich ging.

89. Das nächstliegendeste Ziel des Verfassers, zu beweisen, dass die zerlegten Kräfte der Schwere ausreichend sind, um die feste Erdrinde zu zermalmen, sei dieselbe dick oder dünn, wenn sie nur ununterstützt durch die zu-

Digitized by Google

sammenschrumpfende, erkaltende und daher sich contrahirende Kernmasse unter ihr gelassen wird, ist hiermit erreicht. Den Beweis hält er für erbracht.

90. Es mag hier gestattet sein, zur weitern Bekräftigung der Wahrheit des eben behaupteten auf eine sehr inhaltreiche Schrift des Prof. Giuseppe Belli zu Pavia zu verweisen, die den physikalischen Geologen Englands kaum oder gar nicht bekannt geworden zu sein scheint. Sie führt den Titel: Pensieri sulla consistenza ecc. della crosta solida terrestre und findet sich im 2. Bande der Verhandlungen des Institutes der Lombardei, Neue Serie 1850. In Anmerkung 1 zum Paragraph 6 der Schrift p. 13—14, der überschrieben ist: „Sulla resistenza della crosta terrestre alla compressione" hat Prof. Belli eine lange und geschickte Erörterung ungefähr derselben Frage gegeben, die wir hier betrachtet haben und kommt dabei zu vollkommen bestätigenden Resultaten, wenngleich er einen ganz andern Weg der Untersuchung einschlug.

Er nimmt aus gewissen Gründen an, dass die feste Erdrinde jedenfalls mehr als 30 italienische Meilen Dicke habe (69,000 Mts.), dass sie der eigenen Schwere folge, dass ihre Dichtigkeit von 2.5—3 (mit Wasser verglichen) schwanke, und dass dieselbe durch die Anziehung des Kernes sich erhöhe, dessen Dichtigkeit er auf circa 5—6 annimmt; er nimmt ferner an, dass dieser Kern, obschon er sich mit der Unterfläche der Rinde berührt, dem Niedersinken derselben nur einen sehr geringen Widerstand entgegen stellt, d. h. also er nimmt, wie auch hier von uns geschehen, an, dass der Kern durch Abkühlung von der Rinde über ihm abschrumpfe. Durch die Erdkugel denkt er sich eine Ebene durch den Aequator gelegt; er berechnet dann den Druck, mit welchem die Schwere die beiden ringförmigen Oberflächen der entgegenstehenden Halbkugeln auf einander presst und kommt zu dem Schlusse, dass dieser Druck gleich sei dem Drucke eines Thurmes oder eines Cylinders aus einem der Kruste an Dichtigkeit gleichen Materiale, stehend auf der ringförmigen Oberfläche von 30 Meilen Dicke, der 1716 geogr. Meilen Höhe hat d. h. der an Höhe fast gleich ist dem halben Erdradius,

Digitized by Google

Daraus schliesst er, dass kein bekanntes Material einen solchen Druck aushalten könne; wäre die Kruste von Gusseisen, so könnte sie nur ein $^1/_{180}$ der zermalmenden Kraft tragen, der sie das Gewicht ihrer ganzen Schichtenfolge aussetzt, wäre sie Porphyr $^1/_{850}$, wäre sie gehämmertes Eisen $^1/_{619}$, Granit: $^1/_{1077}$, Marmor (kryst. Kalkstein): $^1/_{2590}$. Daraus schliesst er, dass die feste Erdrinde sich nicht wie ein im Gleichgewichte befindliches Gewölbe trägt, sondern dass sie, in der That fast ganz durch den flüssigen Kern getragen wird, auf dem sie schwimmt; dann versucht er zu zeigen, dass das Emporsteigen der Lava in den vulk. Ausbruchstellen eine Folge des partiellen oder ungleichen Einsinkens nicht zusammenhängender Fragmente der Schaale in den flüssigen Kern hinein sei. (9) Es muss bedauert werden, dass Belli, nachdem er einen so guten Anfang gemacht hatte, sich durch die Annahme einer sehr dünnen Kruste und eines flüssigen Kernes auf eine ganz falsche Fährte leiten liess und so einen Mechanismus der vulk. Thätigkeit wieder als richtig annahm, der schon oft vor ihm aufgestellt wurde, den der Verfasser für vollkommen unhaltbar ansieht. Es erscheint erwünscht, gleichwohl zu zeigen, dass nach der Methode von Lagrange sich die Frage der Zermalmung der Kruste denn doch von demselben Gesichtspunkte aus behandeln lässt, wie Belli vor Augen hatte und dass man dabei auf ein wesentlich gleiches Resultat kommt.

Wir haben gezeigt, dass für eine Längeneinheit eines Stückes der Rinde:

$$T = {}^1/_2 P \,.\, R$$

daher für den ganzen aequatorialen Ring der Kruste

$$T_0 = 2\pi R \times \frac{R}{2} \times P$$

oder

$$T_0 = \pi \,.\, R^2 \times P$$

und wenn P das Gewicht einer kubischen Einheit der Schaale und W das Gewicht der ganzen hemisphärischen Schaale, so ist:

$$W = 2\pi R^2 \times P$$

und daher

Digitized by Google

$$T_0 = \frac{W}{2}^{*)}$$

d. h. der gegenseitige Druck, den die beiden hemisphärischen Schaalen durch die Schwere aufeinander ausüben (bei der Annahme einer Rinde und eines Kernes) ist gleich dem halben Gewichte einer Hemisphäre.

91. Prof. Belli geht auf einige untergeordnete Discussionen über die Möglichkeit von Modifikationen in dem Widerstande gegen die Zermalmung ein, der in starren Materialien entstehen kann, wenn dieselben grossem Druck in allen Richtungen ausgesetzt sind und fragt, ob die Tendenz zu zermalmen grösser oder kleiner wird, wenn gleichzeitig zwei orthogonale Pressungen wirken. Diese subtilen Untersuchungen sind für unseren Zweck nicht nöthig, da wir zu dem Schlusse berechtigt sind, dass keine Modification in den Bedingungen der Einwirkung irgend eine starre, feste Masse fähig machen kann, unter einem Drucke cohärent zu bleiben, der einige Hundertmale grösser ist, als der, welcher zwischen zwei entgegenstehenden Oberflächen einen Würfel desselben Materiales zermalmen würde.

92. In unserem Falle ist der Würfel Pressungen auf zwei Flächen ausgesetzt und kann frei nach vier Richtungen nachgeben, die senkrecht stehen auf der Druckrichtung und sich je zwei einander gegenüber stehen; ein Würfel aber, wie der Würfel der Maasseinheit unserer Erdrinde, gleichzeitig Pressungen auf vier seiner Flächen ausgesetzt, kann nur nach Richtungen nachgeben, die untereinander parallel sind und rechtwinklig zu den Druckrichtungen stehen.

Direkte experimentelle Versuche über diesen Punkt sind, soweit der Verfasser weiss, noch nicht angestellt worden, aber gewisse Thatsachen, die den Technikern wohl bekannt sind, scheinen zu dem Schlusse zu veranlassen, dass starre Körper, wie z. B. Gusseisen, Schmiedeeisen, Stahl, oder Bronze, schwächer d. h. also mehr geneigt werden zu zerbrechen, wenn gleichzeitig orthogonale Pressungen oder Spannungen darauf ausgeübt werden.

---

*) Im Original steht durch Druckfehler anstatt T^0: P. Der Uebers.

Digitized by Google

93. So ist z. B. das Metall des Inneren eines entladenen Geschützes an irgend einer Stelle gleichzeitig dem Drucke radial zur Seele und zwei orthogonalen Spannungen ausgesetzt, einer longitudinalen und einer circumferentialen und es ist bekannt, dass die Widerstandsfähigkeit der Masse daher für die Einheit des Schnittes geringer ist als bei demselben Materiale, welches dem Druck und der Spannung nur in einer Richtung ausgesetzt ist.

94. Noch eine andere Frage wirft sich auf. Wenn die Erdrinde von bedeutender Dicke ist (wie sie es höchst wahrscheinlich sein wird) und wenn wir bedenken, dass eine Kubikeinheit derselben in grosser Tiefe nothwendig Pressungen auf allen Seiten ausgesetzt ist, wie ist da der Würfel im Stande eine solche Umformung zu erleiden, wie es für die Zermalmung überhaupt Bedingung ist?

Die Pressungen auf zwei Paare entgegenstehender und vertikaler Flächen sind gleich und entgegengesetzt zu T und T_1. Die untere Fläche des Würfels mag mehr oder weniger frei sinken können, wenn das Material, welches noch tiefer liegt, sei es fest, plastisch oder flüssig, noch mehr zusammengedrückt wird; aber die obere Fläche des Würfels vermag in die Höhe zu steigen, indem nur die Säule des aufliegenden Materiales zusammengepresst und gehoben wird und da wir gezeigt haben, dass der Werth von T und T_1 immer sehr viel grösser sein muss als der vertikale Druck P, so folgt daraus, dass wenn P an verschiedenen Stellen der Erdrinde verschieden ist, eine Zermalmung durch Umformung in vertikaler Richtung eintreten wird und zwar sehr willig.

95. Wäre die Erdrinde vollkommen homogen und gleichgeartet in Bezug auf ihr Material, so müsste eine Zermalmung stets eintreten, sobald der Druck die Grenze der Cohäsion erreicht haben würde. Wir müssen aber, so scheint es dem Verfasser, annehmen, dass die feste Erdrinde, wie dick auch immer sie sei, in jeder Tiefe heterogen, unzusammenhängend und mehr oder weniger zerrissen sei, bis zu der Tiefe, wo die plastischen oder zähen Schichten beginnen, welche den Uebergang zum Kerne

Digitized by Google

bilden, ob dieser nun flüssig oder nur heiss und durch die Hitze erweicht sein mag.

Denn das Zerreissen und das Lockerwerden der festen Kruste, welches begann, als dieselbe noch sehr dünn war und welches an Ausdehnung und Intensität zunahm, wie sie dicker wurde und bei einer gewissen Dicke (als das Wärmegleichgewicht des ganzen Systemes ungefähr sein jetziges Verhalten erreicht hatte) abzunehmen anfing, musste immer mehr nach der Tiefe zu fortschreiten, je mehr die feste Rinde durch Zuwachs von erstarrtem Material an ihrer Unterseite zunahm.

Und wenn wir nun die höchst wahrscheinliche Ansicht gelten lassen, dass die feste Erdrinde gegenwärtig in allen ihren Theilen mehr oder weniger heterogen ist, wenn auch nicht der Natur ihrer Materialien nach, so doch wenigstens nach der physikalischen und molekularen Beschaffenheit derselben an verschiedenen Punkten, so steht der Annahme keine Schwierigkeit entgegen, dass ein gewisses Maass von Zermalmung und Zerreissung in ihr vorgeht und dass solche Zermalmung und Zerreissung lokal und unregelmässig sein muss.

96. Wir haben so den Beweis geliefert, dass eine lokale Zermalmung des Gesteinsmateriales unserer Erdkruste geschehen muss, und es wird nicht geleugnet werden können, dass Wärme durch den Umsatz der bei der Zermalmung geleisteten Arbeit entstehen muss.

97. Aber zwei grosse Fragen erheischen nun noch ihre Beantwortung, nämlich erstens: wie viel Wärme wird durch die Zermalmung eines gegebenen Gewichtes oder Volumens eines Gesteines erzeugt und zweitens: ist die totale Menge zermalmter Gesteine und der Wärme die diesen entspricht, die wir nach zulässigen Daten innerhalb eines bestimmten Zeitraumes (z. B. eines oder 1000 Jahre) schätzen können, hoch genug um für die vulk. Erscheinungen auszureichen, deren Zeugen wir auf der Erdoberfläche sind oder die wir mit Nothwendigkeit als vorhanden erachten können. Beide Antworten müssen auf experimenteller Basis versucht werden.

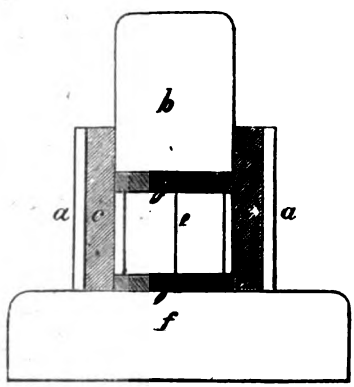
Digitized by Google

98. Die mechanische Arbeit, die zur Umgestaltung und zur Zertrümmerung eines festen Körpers geleistet wird, muss ganz entweder als Wärme oder als äussere Arbeit irgend einer Art wiedererscheinen.

Bei sehr unelastischen und leicht zerstörbaren Körpern, wie z. B. Blei, hat Herr Hirn in seiner: Théorie mécanique de la Chaleur 2. ed. P. I. p. 58 gezeigt, dass die entstehende Wärme nahezu genau das Aequivalent der zur Zerstörung verwendeten Arbeit ist. Gleichwohl sind, soweit dem Verfasser bekannt, ausser den hier zu beschreibenden, keinerlei experimentelle Versuche an starren Körpern, wie z. B. Gesteinen u. a. gemacht worden, um den Nachweis zu liefern, ob das in gleicher Weise von diesen gelten kann, wenngleich a priori an der Richtigkeit der Thatsache kaum gezweifelt werden kann.

99. Einige wenige vorläufige Experimente wurden angestellt, um sich von dieser Thatsache zu überzeugen. Ein kurzer Eisencylinder a a Fig. 8 wurde mit hartem Holze c c innerlich bekleidet, ein eiserner Kolben b dem innern Raume angepasst, der genau so gross genommen wurde, dass ein Würfel von 1 Zoll Kantenlänge darin Platz hatte, ohne an die Wände zu rühren. Der Cylinder wurde auf eine Eisenplatte f gestellt; auf dem Boden desselben befand sich eine runde Scheibe mässig dicken Papieres, wie es zu Schusspfropfen dient, darauf wurde der zu zerquetschende Würfel gestellt, auf die Oberfläche des Würfels eine zweite Scheibe solchen Papieres und dann wurde der Kolben b eingeführt, so dass er fest auf seiner Unterlage aufruhte. Ein bekanntes Gewicht (25 Pfd.) wurde von einer bekannten und constanten Höhe auf den Kolben niedergelassen, so dass der Würfel zu Pulver zermalmt wurde. Die nöthige Höhe wurde durch

Fig. 8.



Digitized by Google

Versuche ermittelt, so dass nur sehr wenig Arbeit mehr aufgewendet wurde, als gerade nothwendig war, um den Würfel zu zermalmen.

Das Material, mit welchem operirt wurde, war Statuenmarmor von dem spec. Gewichte: 2.710 und der spec. Wärme: 0.205. Der Apparat gestattete, wie leicht einzusehen ist, das schnelle Ausschütten des Pulvers des zermalmten Marmorwürfels in eine kleine, gemessene Menge Wassers von bestimmter Temperatur. Aus der Temperaturzunahme desselben wurde die bei der Zermalmung hervorgerufene Wärme abgeleitet. Das bekleidende Holz im Cylinder und die Papierlage auf und unter dem Würfel verhinderten einen merklichen Verlust an Wärme durch Leitung.

Acht gute Versuche wurden mit diesem kleinen Apparate erlangt. Ihre Resultate hier mitzutheilen ist unnöthig, als sie keine grosse Genauigkeit beanspruchen, einmal, weil jedesmal die Papierlage mit dem zermalmten Gesteine in das Wasser geworfen wurde und auch ein kleiner Verlust an Wärme durch Leitung in den Cylinder nicht verhindert werden konnte, dann aber auch, weil der ganze Apparat einen zu kleinen Maassstab besass. Dennoch zeigten die Versuche, dass als Mittel aus allen acht die erzeugte Wärme äquivalent war der geleisteten Arbeit bis auf ungefähr $^1/_{42}$ des Ganzen.

100. Ehe diese einleitenden Experimente angestellt wurden, zog der Verfasser seinen Freund, den verstorbenen Professor Rankine, zu Rathe und fand, dass die Ansichten dieser competenten Autorität mit den seinigen übereinstimmten: dass nämlich bei der Zermalmung starren Materiales, wie es Gesteine sind, fast die ganze mechanische Arbeit als Wärme wiedererscheint; nur ein sehr kleiner Rest äusserer Arbeit wird dazu verwendet Tonschwingungen (oder analoge Schwingungen, wenn sie auch nicht das Ohr berühren) im Apparate selbst oder in der umgebenden Luft hervorzubringen. Es beginnt auch in den sehr starren Körpern die Zermalmung mit Compression und Umformung, wenn dieselbe auch nur gering ist, dann platzt die Masse und die zertrümmerten unregelmässigen Prismen und Keile

Digitized by Google

zermalmen alsbald plötzlich und gänzlich zu Pulver. Wir hören das Platzen und Arbeit ist also auf den kleinen Anstoss verwendet worden, der den Ton erzeugte; aber ihre Menge im Vergleiche mit der ganzen Summe der Arbeit, die in der Zermalmung einer harten Gesteinsmasse zu Pulver geleistet wird, ist fast unmessbar klein.

101. Wir dürfen daher wohl annehmen, dass die ganze Arbeit, die bei der Zermalmung solcher Körper, wie die Gesteine geleistet wird, als Wärme wiedererscheint, wobei allerdings Fehlerquellen im Experimente selbst unvermeidlich sind, d. h. dass bei einem Würfel des Gesteines, welches durch ein Gewicht W (in Pfunden), welches von einer Höhe h (in Fussen) niederfällt, zu Pulver zermalmt wird:

$$\frac{W.h}{J} = H,$$

wobei H die Zahl der Wärmeeinheiten, J das Joule'sche Aequivalent bezeichnet.

Wenn also Volumen und Gewicht des zermalmten Würfels gegeben sind, so können wir die zu der Zermalmung einer Gewichtseinheit (1 Pfd.) und Volumeneinheit (1 Cub. Fuss) jedes Gesteines, mit dem der Versuch gemacht wird, nöthige Arbeit daraus herleiten.

102. Wenn also, dann ist

1) $\frac{Wh}{J} = H =$ den Wärmeeinheiten, die durch die Zermalmung von 1 Kubikfuss Gestein erzeugt werden, (das drückt uns aber, wenn wir die specifische Wärme des Wassers als constant annehmen, mit Rücksicht auf die Temperatur, die Zahl der Grade Fahr. in einem Pfund Wasser oder die Zahl der Pfunde Wasser aus, die um 1 Grad Fahr. durch die Zermalmung in ihrer Temperatur erhöht würden), das Gewicht von 1 Kubikfuss Wasser von höchster Dichtigkeit = 62.425 Pfund und das des Eises = 57.8 Pfund.

2) $\frac{H}{62.425} = T =$ der Temperatur, auf welche 1 Kubikfuss Wasser durch H gebracht wird, und wenn wir die Wärme zum Schmelzen des Eises auf 143° Fahr. annehmen

Digitized by Google

3) $\frac{H}{57.8 \times 143}$ = der Anzahl von Kubikfussen Eis von 32° zu Wasser von 32° durch H geschmolzen.

Ferner, wenn die Temperatur des Dampfes von 1 Athmosphäre = 1146° = 946° + 180°:

4) $\frac{H}{62.425 \times 1146}$ = der Anzahl von Kubikfussen Wasser von 32° in Dampf von 212° verwandelt und

5) $\frac{H}{62.425 \times 180}$ = der Anzahl von Kubikfussen Wasser von 32° bis zum Siedepunkt gebracht.

Wenn w = dem Gewicht in Pfd. per Kubikfuss und S die specifische Wärme ist:

6) $\frac{H}{ws} = t$ = der Temperatur oder der Anzahl Grade, um welche 1 Kubikfuss solcher Gesteine durch H erhöht wird, so dass, wenn f die Temperatur des Schmelzpunktes irgend eines Gesteines ist,

7) $\frac{H}{fws} = \frac{t}{f}$ = der Anzahl von Kubikfussen Gestein, die durch H von 0° bis zum Schmelzen gebracht werden können.

Hierbei angenommen, dass die specifische Wärme des Gesteines mit Bezug auf die Temperatur constant ist und seine Schmelzwärme als klein und unbekannt vernachlässigt werden darf.

103. Eine grosse Zahl von Versuchen sind schon durch Ingenieure und Architekten angestellt worden, um die Widerstandsfähigkeit verschiedener Bausteine gegen zermalmenden Druck zu prüfen. Einige dieser experimentellen Versuche, so z. B. die von Gauthey und Rondelet sind von grosser Genauigkeit, unglücklicherweise aber sind sie alle für unsern Zweck nicht zu verwenden. 1) Weil diese Experimente für bauliche Zwecke angestellt und daher der verzeichnete zermalmende Druck meistens der ist, bei dem die Gesteinsarten zu platzen und nachzugeben anfangen; 2) weil die Höhe nie genau verzeichnet ist, durch welche die den zermalmenden Druck ausübende Oberfläche zwischen ihrer anfänglichen Erhebung und der Stellung

Digitized by Google

derselben, nachdem die Gesteinsmasse zu Pulver verwandelt worden, hinabging, so dass wir einen unsichern und immer zu kleinen Werth für W und gar keinen Werth für h erhalten; 3) sind die verzeichneten Experimerte immer an sehr kleinen Stücken (Würfel von 1 Centim. oder 1 Zoll Kantenlänge) angestellt und an Gesteinen, deren lithologische Charaktere nur sehr ungenau mitgetheilt werden.

104. Daher wurde es nöthig, eine neue und unabhängige Reihe von Experimenten anzustellen und zwar in einem so grossen Maassstabe, als immerhin ein noch leistungsfähiger Apparat es gestattete.

Wenn diese Gesteine durch den Steinhauer oder Steinschneider zu exakten Würfeln geformt sind, oder doch zu Parallelepipeden, die dem Würfel möglichst nahe kommen, so ist es klar, das der Versuch, das Werk der Zermalmung auszusführen auf zweierlei Art zu machen ist: entweder, wie bei den vorläufigen Versuchen des Verfassers durch den freien Fall eines Gewichtes, welches gerade ausreicht, die Zermalmung herbeizuführen oder aber durch beständige Vermehrung einer Last, bis die Zermalmung erfolgt. Die letztere Art ist sehr viel vortheilhafter, nicht nur weil dadurch einige Fehlerquellen vermieden werden, die möglich sind bei der Zermalmung durch plötzlichen Stoss (impact), sondern noch besonders wegen der Bequemlichkeit, den Druck bis zum Zermalmen jedesmal zu steigern, wenn mit einer grossen Zahl verschiedener Gesteine gearbeitet wird.

105. Durch die grosse Freundlichkeit und den wissenschaftlichen Eifer des Herrn Ingenieur John Ramsbottom und mit der Erlaubniss der Direktion der London and North-Western Railway, hat der Verfasser zu seinem Zwecke eine prächtige Maschine angewendet und dieselbe mit einem vollständigen Stabe von Leuten, die zu seiner Verfügung standen, aufgestellt. Dieselbe war nach den Zeichnungen des Herrn Ramsbottom für die Locomotiv-Werkstätten zu Crewe construirt. Aber auch dem Herrn Moorson von diesen Werken sei hier für die wirksame Hülfe Dank gesagt, die er auf jede Art geleistet hat.

106. Die Probirmaschine, die zu Crewe zur Verwendung kam, besteht aus einem breiten schmiedeeisernen

Digitized by Google

balancirten Hebel, der so construirt ist, dass er zum Druck, zu Spannung und Windung dienen kann. Das Gewicht wird durch Einströmen von Wasser in ein eisernes cylindrisches Gefäss hervorgebracht, welches an dem längeren Hebelarme hängt. Das Gewicht dieses Gefässes bei bekannter Temperatur wird durch einen Index in jedem Augenblick aufgezeichnet. Diese einfache Form einer Probirmaschine hat grosse Vorzüge in Bezug auf Genauigkeit und Sicherheit, da bei ihr das Gewicht wirklich auf das Objekt einwirkt, während bei den complicirten andern Maschinen dieser Art das Gewicht und seine Verzeichnung durch eine ganze Reihe zusammenhängender Hebelvorrichtungen übertragen wird.

Bevor man den Unterstützungspunkt verschiebt, kann der Hebel in seiner Wirkung nach Belieben vom Verhältniss 10 : 1 bis 12 : 1 geändert werden und sein eigenes Gewicht kann so balancirt werden, dass es, wenn dies erwünscht, keinen Theil an dem Gewichte nimmt, welches auf das Probestück einwirkt. Die Stärke der Theile ist ausreichend, um einen Zermalmungsdruck von 80—90 Tonnen mit Sicherheit auszuüben. Für die zu zermalmenden Gesteinswürfel wurde die äusserste Grösse gewählt, welche jene Grenze mit Sicherheit zu gestatten schien. Ein gusseisernen Rahmen oder eine Art von Gerüst war bestimmt, jeden Würfel, der dem Drucke ausgesetzt werden sollte, aufzunehmen. Der Druck selbst wurde durch einen cylindrischen Stahlkolben ausgeübt, der sich frei in einem tiefen cylindrischen Rohre im oberen Raume bewegen konnte. Der Boden des Gerüstes bestand aus einer flachen Stahlplatte, auf die der Gesteinswürfel gestellt wurde, wo dann der untere Theil oder die gegenüberstehende Fläche des Kolbens gerade auf dem Scheitel des Würfels ruhte.

So wurde der Druck ganz genau auf die vertikale Richtung beschränkt, wie auch die einen kleinen Bogen beschreibende Bewegung des Tragbalkens des Hebels auf das obere Ende des Kolbens sein mochte. Eine kleine hydraulische Presse zwischen den Unterstützungspunkt des Hebels und das erwähnte Gerüst angebracht, ermöglichte es, jederzeit den Hebel und das Gewicht, wenn solches nöthig war,

Digitized by Google

von dem Kopfe des Kolbens zu entfernen und ermöglichte es auch den Würfel, der zermalmt werden sollte, genau zwischen die Flächen des Gerüstes zu stellen, ohne dass ein Stoss oder ein Druck auf ihn ausgeübt wurde, das geringe Gewicht des Kolbens selbst ausgenommen. Dann aber, indem nunmehr das Wasser langsam aus dem Druckcylinder der hydraulischen Presse abgelassen wurde, legte sich der Tragbalken des Hebels leise und ohne Stoss auf den Kopf des Kolbens und das allmählich wachsende Gewicht folgte dann darauf nach. Der Zermalmungsrahmen ermöglichte jeden Augenblick sehr genaue Messungen der vertikalen Abstände zwischen Kolben und der Stahlplatte, auf der der Würfel stand, also der Abstände der Zermalmungsflächen. Diese Abstände wurden vom Beginn bis zum Schlusse eines jeden Experimentes mit grosser Genauigkeit gemessen. Es dienten dazu Distanzzirkel mit vervielfältigenden Armen (nach demselben Principe, wie Proportionalcompasse), welche die Angaben zehnfach erhöhten, und welche mit Messbogen und Nonius von Becker (jetzt Elliot Brothers) versehen waren. Die Angaben wurden mit gewöhnlichen Stangenzirkeln durch Ablesen von einer stählernen Diagonalscala controllirt. Diese Messungen gestatteten noch Ablesungen unter $^1/_{1000}$ Zoll.

107. Die folgende Auswahl von Gesteinen schien ziemlich gut in lithologischer Beziehung die ganze Serie in der bekannten Erdkruste darzustellen von den wenigst zu den am meisten starren und zusammenhaltenden Gesteinen.

Folgende Gesteine wurden zu den Versuchen verwendet:

1. Oolit von Caen i. d. Normandie.
2. Oolit: Portlandstone.
3. Dolomit, Magnesian limestone, Yorkskire.
4. Sandstein von Bradford, Yorkshire.
5. Sandstein von Ayre Hill, Yorksire (feinkörnig).
6. Sandstein von Bramley Fall (harter Mühlstein).
7. Kohlenkalkstein: Devon-Marmor.
8. Cambro-silurischer Schiefer von Conway N.-Wales.
9. Cambro-silurischer Schiefer von Banger N.-Wales.

Digitized by Google

10. Basalt (greenstone) Rowley-Rag, Staffordshire.
11. Rother Granit, Dartmoor Devonshire.
12. Grauer Granit, Guernsey.
13. Syenit, Mount Sorrel, Leicestershire.
14. Blauer Granit, Aberdeenshire.
15. Grauer Granit, Aberdeenshire.
16. Porphyr, Furnace-Quarry, Inverary, Scotland.

108. Von jeder dieser 16 Gesteinsarten wurden 6 Würfel jeder so nahe als möglich von 1,5 Zoll Kantenlänge präparirt. Jeder Satz von Würfeln wurde aus einem und demselben ausgewählten Gesteinsblocke im Rohen genommen und dann zu der scharfen Würfelform und der genauen Grösse durch die Herrn Field u. Comp. von Westminster geschliffen, durch deren Sorgfalt und unter Mitwirkung ihrer feinen Steinbearbeitungsmaschinen diese Ausführung in vortrefflicher Weise gelang.

Ein grösserer Würfel als von 1,5 Zoll Kantenlänge hätte nicht wohl angewendet werden dürfen, zumal bei den härteren Gesteinen, weil dadurch die Sicherheit der Probirmaschine gefährdet schien; aber der Verfasser glaubt dennoch, dass eine Serie von Zermalmungsexperimenten überhaupt bis heran noch nicht mit so grossen Würfeln angestellt worden ist.

109. Nicht alle Würfel konnten ganz genau in denselben Dimensionen hergestellt werden, aber alle wurden vor der Zermalmung durch die beschriebenen Instrumente gemessen und die Resultate auf ein gemeinsames Maass reducirt.

110. Die sorgsamste Mühe wurde aber gleichwohl darauf verwendet, zwei gegenüberstehende Flächen in jedem Würfel auf das genaueste parallel herzustellen, so dass dadurch ungleiches Tragen des Kolbens bei der Zermalmung vermieden wurde. Dieses Ziel wurde vollständig erreicht, indem man die ganze Unterfläche eines Würfels auf eine flache Metallplatte heftete und die Oberfläche mit einer andern Metallplatte abschliff, dann aber den Würfel umwendete und ihn wieder auf die nun geschliffene Grundfläche heftete und dann den Process wiederholte.

Die Experimente wurden auf den Crewe-Werken im August 1870 angestellt, ihnen allen wohnte Mr. Moorsom

Digitized by Google

bei. Drei gute Experimente wurden für jede Gesteinsbeschreibung erhalten, in einigen Fällen auch mehr.

111. Jedes Experiment wurde in folgender Weise durchgeführt:

Der Probirhebel wurde mit der hydraulischen Presse gehoben, der Zermalmungskolben wurde mit einem kleinen Handhebel aus Holz von der Basis des Rahmens so weit aufgehoben, dass man den Würfel unterstellen konnte. Der Würfel wurde dann auf der Basalplatte centrirt, d. h. sein Flächencentrum genau unter die Axe des Kolbens gebracht.

Ein quadratisches Stück des dünnsten und sehr hart gepressten Briefpapieres wurde auf und unter die Flächen des Würfels gelegt; die Grösse des Papierquadrates war 0,20 Zoll kleiner als die Kantenlänge des Würfels, so dass ein freier Rand von 0,10 Zoll rund um jede Würfelfläche übrig blieb. Durch diese sehr dünne Haut eines mehr zusammendrückbaren Materiales sollte jede Abweichung vom vollkommenen Parallelismus der oberen und der unteren Fläche ausgeglichen und so eine vollkommene Gleichmässigkeit des Druckes erzielt werden, eine Methode, die durchaus als ganz erfolgreich sich erwies.

112. Wenn der Würfel in seiner Stellung sich befand, wurde der Kolben langsam und ohne Stoss auf ihn niedergelassen und in gleicher Weise wurde mit Hülfe der hydraulischen Presse der Hebelarm selbst so weit heruntergelassen, dass er auf dem Kopfe des Kolbens ruhte. Das Gewicht des unbelasteten Hebels konnte dann wie eine Last auf dem Kolben ruhen und hierdurch auch auf dem Würfel. Das gab einen anfänglichen Druck, der verschieden war, je nachdem die Gesteinsart härter oder weicher war und zwar betrug er einige 100 Pfd., gewöhnlich bis zu der Höhe von 500 Pfd. per Quadratzoll und hierdurch wurden alle Theile des Probirhebels und der zu zermalmenden Würfelflächen in vollkommenen Contakt und Berührung gebracht.

113. Die Dimensionen des Würfels waren genau gemessen und notirt, ehe er in den Rahmen gestellt wurde, die Höhe des Würfels oder vielmehr der genaue Abstand zwischen den Zermalmungsflächen wurde dann genommen.

Digitized by Google

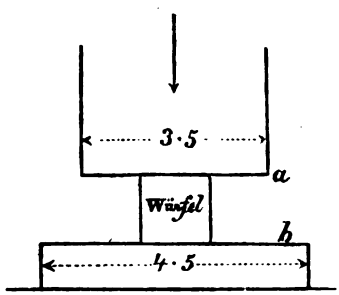
Bei der Dünne der Papierblätter auf und unter den Würfelflächen und durch deren Compression differirte dieser Abstand von der wirklichen vertikalen Höhe des Würfels nur um $^1/_{800}$ Zoll.

114. Nun wurde Wasser in einem kleinen Strahl in den Belastungseimer einströmen gelassen; und jedesmal wenn 1000 Pfd. Belastung erreicht waren, wurde der Zufluss abgeschlossen und die Höhe der Compression des Würfels durch Messungen zwischen den beiden Zermalmungsflächen nach der vorhergehenden Methode nochmals festgestellt. So wurde die Belastung fortgesetzt, bis die ersten Anzeichen eines Auseinanderweichens in dem Würfel sich zeigten; es sprach sich das meist in mehr oder weniger winzigen Sprüngen aus, die in nahezu vertikalen Ebenen entstanden oder auch in dem Loslösen kleiner Fragmente von Pulver an den Seiten des Würfels.

An diesem Zeitpunkte wurde mit weiterer Belastung eingehalten und die Compression notirt. Die Belastung wurde dann ganz allmälig wieder erhöht, bis der Würfel endlich nachgab, der dann vor dem Zermalmungskolben in vollständiges Pulver niederging, welches zusammengepackt als ein flacher Kuchen unter dem Kolben liegen blieb und seinen weiteren Niedergang hemmte.

115. Der vertikale Abstand zwischen der Kolbenfläche und der Basalplatte Fig. 9 wurde dann genau gemessen und das von dem anfänglichen Abstande abgezogen, gab den absoluten Weg, den der Kolben beim Niedergehen zurückgelegt hatte.

Fig. 9.



116. Wenn das Material des Würfels ganz unter dem Kolben in Form eines kurzen cylindrischen oder runden flachen Kuchens von zusammengepacktem Pulver zurückgeblieben war, der eine gleiche Dichte besass, wie der Würfel vor der Zermalmung bei einem Durchmesser des Kolbens von 3,5 Zoll,

Digitized by Google

würde der Abstand a b Fig. 9 für einen exakten Würfel von 1,5 Zoll = 0,351 Zoll betragen, dieses von 1,5 Zoll abgezogen ergiebt also dann den Weg, den der Kolben durchläuft.

117. Aber die Würfel waren nicht alle ganz gleich an Volumen und auch das erzeugte Pulver blieb nicht ganz vollständig als zusammengepackter Kuchen unter dem Kolben zurück, einiges wurde bis auf einige Entfernung fortgeschleudert. Hierdurch wurde es nothwendig, in jedem Falle durch Messung den wirklichen Niedergang zu erhalten.

In wenigen Fällen, bei den starresten und elastischen Gesteinen, splitterten gerade vor der endlichen Zermalmung eines oder mehrere verhältnissmässig grosse Fragmente vom Würfel ab und flogen zur Seite und entgingen daher der ferneren Einwirkung. Wo solche Fragmente vorkamen, wurden sie sorgfältig gesammelt und aufbewahrt und in diesen Fällen wurde das Resultat der Zermalmung einer Correktur unterworfen, die sich auf die Annahme stützte, dass die zur Zermalmung des wirklich zu Pulver reducirten Theiles des Würfels geleistete Arbeit zu der Arbeit, die nöthig gewesen wäre, den ganzen Würfel zu Pulver zu reduciren, sich verhalte, wie das Gewicht des zermalmten Theiles zu dem Gewichte des ganzen Würfels. So konnte also, indem das Gewicht der grösseren nicht zermalmten Fragmente nach und nach festgestellt wurde, diese Correktion angewendet werden.

118. Da der gesammte Niedergang des Kolbens in allen Fällen klein und weniger als 1,5 Zoll ist, so ist die Beschleunigung seines Niederganges nicht bedeutend, um so mehr als durch die Construktion der Probirmaschine ein gewisser Theil des Zermalmungsdruckes von dem Hebel abgelöst wurde, sobald der Kolben bedeutend niederzugehen anfing, so dass für den Rest des Niederganges der Kolben vorzüglich durch das Gewicht des belasteten Hebelarmes über ihm herabgedrückt wurde. Ferner aber war der Widerstand gegen den Kolben durchaus nicht constant während seines Niederganges, denn jeder Würfel zerborst zuerst in unregelmässige Prismen und keilförmige dicht neben

Digitized by Google

einander liegende Stücke, die dann später schnell zu Pulver zermalmt wurden.

So wurde die ganze Serie durchgemacht, indem Abweichungen nur in der sorgsamen Balancirung des Hebelgewichtes selbst stattfanden, wenn solche leicht zerreiblichen Gesteine geprüft wurden, wie z. B. die Oolithe.

119. Der Enddruck im Momente der Zermalmung gibt den Werth W, der Niedergang des Kolbens, corrigirt wie angegeben, gibt uns h in der vorher angeführten Gleichung.

120. In allen härteren Gesteinen konnte die durch die Zermalmung erzeugte Wärme leicht mit der Hand gefühlt werden, ungeachtet der innigen Berührung mit den breiten Metallmassen des Kolbens und der basischen Platte. Bei einigen Graniten und Porphyren war sie so gross, dass Kolben und Unterlage dadurch so erwärmt wurden, dass eine Pause nöthig wurde, um sie wieder auf die frühere Temperatur abkühlen zu lassen, die sie bei allen Experimenten zeigten: nämlich ca. 57° Fahr. Wäre es möglich gewesen, das Tageslicht abzuschliessen, so würde ohne Zweifel in Verbindung mit jeder Zermalmung eine Feuererscheinung sich haben wahrnehmen lassen.

121. Die Resultate, direkte unmittelbare, und solche die aus dieser mühevollen Reihe von Versuchen hergeleitet wurden, sind in der am Schlusse befindlichen Tabelle No. 1 enthalten. Das spec. Gewicht (Spalte 3 der Tabelle) wurde durch den Verfasser in folgender Weise bestimmt. Einer der Reservewürfel jeden Gesteines wurde zuerst in der Luft gewogen und dann in Wasser, welches in einem dünnen cylindrischen Glasgefässe mit einem kreisförmigen Glasdeckel sich befand. Gewicht des Gefässes und seines Wasserinhaltes bei 60° Fahr. waren bekannt. Diese Methode, welche viel schneller geht, als die gewöhnlich vorgeschriebenen, lässt sich für alle spec. Gewichtsbestimmungen von festen Körpern empfehlen, die schwerer sind als Wasser.

122. Die spec. Wärme der Gesteine (Spalte 27) wurde ebenfalls an den Würfeln bestimmt nach der gewöhnlichen Mengungsmethode. Die Würfel wurden in siedendem Wasser erhitzt und dann in destillirtes Wasser von Tem-

Digitized by Google

peraturen zwischen 50 zu 54° Fahr. gebracht, indem die nöthigen Correkturen für das Glasgefäss, welches die Flüssigkeit enthält, für die Thermometer etc. hinzugefügt wurden. Für Gesteine sind noch so wenig spec. Wärmebestimmungen ausgeführt worden, dass die gefundenen Werthe wohl einiges Interesse haben dürften.

123. In Spalte 8 und 10 sind die mittleren Gewichte per □ Zoll gegeben, bei denen die ersten Zeichen des Auseinanderweichens und die endliche Zermalmung zu Pulver stattfand. Die Differenzen ergeben sich daraus von selbst. Dieselben sind für verschiedene Klassen von Gesteinen sehr abweichend. Wenn wir gleichwohl ein Mittel des Druckes annehmen, bei dem das erste Auseinanderweichen erfolgte und ein Mittel der Differenzen zwischen diesem und dem jedesmaligen Drucke bei vollkommener Zermalmung, so werden wir finden, dass zu dem Drucke bei dem ersten Auseinanderweichen noch $^1/_{3,778}$ oder fast $^1/_4$ hinzugefügt, uns den Druck für die endliche Zermalmung gibt; dieses Resultat ist für Ingenieure und Architekten von einigem Interesse und setzt uns in den Stand, einigermassen unsere Resultate mit den ausgedehnten und sehr genauen Reihen von Experimenten zu vergleichen, die wie der Verfasser glaubt, früher über die Widerstandsfähigkeit der Gesteine schon angestellt worden sind.

124. Er bezieht sich auf die Versuche von George Wilkinson (Architekt), die dieser in seinem Werke „On the practical geology and ancient architecture of Ireland (Murray 1845) mittheilt und die von diesem Herrn fast auf die ganze Reihe der Irländischen Gesteine von oben bis unten ausgedehnt worden sind. Der Verfasser kennt die Zuverlässigkeit dieser Versuche, da er selbst den Hebelapparat angegeben und construirt hat, durch den sie ausgeführt worden sind, dazu sind die Experimente in der Maschinenfabrik der früheren Firma des Verfassers durch Herrn Wilkinson angestellt worden. Da es diesem nur auf Resultate von baulichem Interesse ankam, so sind die aufgezeichneten Werthe für den Zermalmungsdruck selten die, bei welchen der Probewürfel, (die in jedem Falle 1 Kubikzoll Grösse hatten), zu Pulver zermalmt wurde, viel-

Digitized by Google

mehr die, bei denen er auseinander wich. Daher sind alle Resultate, mit Rücksicht auf unsere Auffassung zu niedrig. Wenn gleichwohl wir zu dem Mittelwerthe jeder Klasse 1/4 hinzufügen, so erhalten wir dann Resultate, die sich schon nahe mit den unsrigen vergleichen lassen.

Die folgende Tabelle gibt Wilkinson's höchste, niedrigste und Durchschnittswerthe, mit der Zahl der verschiedenen Gesteinsstücke und der Gesammtzahl der Experimente aus der jede Durchschnittszahl abgeleitet ist. Dieses summarische Verzeichniss ist erst von dem Verfasser zusammengestellt und findet sich nicht in Wilkinson's Werk.

Gesteinsart.	Zermalmungsgewicht in Pfd. per □ Zoll.			Zahl der Stücke.	Zahl der Versuche.
	Max.	Min.	Mittel.		
Kalksteine	27510	1344	15053	125	210
Sandsteine	26670	1289	8183	31	82
Sandsteine quer zur Schichtung	18790	1680	8864	33	42
Sandsteine parallel zur Schicht.	20650	2940	9824	29	36
Schiefer quer zur Schichtung	27370	5040	13930	9	13
Schiefer parallel zur Schichtung	21770	6160	11285	11	18
Granite	13440	2310	6657	8	20
Basalte u. a.	48020	7140	19025	12	25

Die Granite von Irland sind im allgemeinen sehr leicht zerreiblich.

125. Von Interesse mag es auch sein, die folgenden vulkanischen Gesteine auf Prudhomme's Autorität hin (Cours pratique de Construction) noch hinzuzufügen:
Alte Lava (Volvic) in der Auvergne 28,446 Pfd. auf □ Zoll.
Vesuvische Lava — ohne Datum . 8,392 „
Granitporphyr (Bazoche) . . . 21,072 „

126. Gussstahl in kleineren Blöcken hält nach Fairbairn einen Druck von 120,000 Pfd. oder über 120 Tonnen auf den Quadratzoll aus, ohne zu zermalmen, d. i. also einen vier bis fünfmal so hohen Druck, wie der, bei dem die härtesten Gesteine zermalmen.

127. In Spalte 24 unserer Tabelle ist die mittlere totale Arbeit in Fusspfunden angegeben, die auf die Zermalmung

Digitized by Google

jeder Art von Gesteinen verwendet worden ist, und in Spalte 25 die Fusspfunde-Arbeit, die zur Zermalmung eines Pfundes und eines Kubikfusses von jeder Gesteinssorte aufgewendet wurden.

In Spalte 26 ist dann dieses durch die Formel $\frac{W h}{J}$ auf Wärmeeinheiten reducirt für das Pfund und den Cubikfuss Gestein; indem diese Zahl durch die spec. Wärme in Spalte 27 und durch die Gewichte per Kubikfuss in Spalte 4 dividirt wird, finden wir die Temperatur im gleichen Gesteinsvolumen; in Spalte 29 finden wir die Anzahl Kubikfuss Wasser von 32° Fahr., welches in Dampf von 1 Athmosphäre oder 212° Fahr. verwandelt werden kann und zuletzt finden wir in Spalte 30 die Zahl der Kubikfuss Eis von 32°, welche zu Wasser von 32° geschmolzen werden, in beiden Fällen durch die Wärme, welche bei der Zermalmung eines Kubikfusses von jedem der 16 typischen Gesteine erzeugt wird.

128. Diese Coefficienten der Wärme und der Zermalmungsarbeit für jede Gesteinsklasse können in verschiedener Weise zusammen gruppirt werden, so dass wir mittlere Coefficienten für Gesteinsgruppen oder Formationen erhalten, wie sie nach der Tiefe zu einander folgen.

Wir wollen versuchen einen solchen mittleren Coefficienten für die ganze Tiefe der festen Erdrinde bis zu 100 Meilen Dicke zu erhalten.

129. Die folgende Tabelle der wahrscheinlichen Durchschnittstiefen der bekannten Formationen unserer Erdkruste wurde durch Prof. S. Haughton (Geol. Manual p. 91) aufgestellt.

		Geogr. Meilen.
Neozoische Formation:	Vom Tertiär bis zur Trias.	4,512
Neuere Paläozoische Form.:	Vom Perm bis zum Devon.	4,458

Digitized by Google

Aeltere Paläozoische Form.:	Oberes und Unteres Silur.	5,082
Azoische Formation:	Quarzite, Dachschiefer, Urkalkstein.	4,333
	Summa =	18,385

oder jedenfalls mehr als 20 Britische Meilen.

130. Angenommen, dass die ersten 100 Meilen Tiefe der festen Erdkruste also aus 20 Meilen dieser Gesteine (die alle von fast gleicher verhältnissmässiger Tiefe sind) und aus 80 Meilen krystallinischer Gesteine darunter bestehen und aus unbekannten sauren oder basischen Magmen, krystallinisch oder nicht, aber von einer analogen Beschaffenheit wie unsere härtesten krystallinischen Gesteine.

Wir können die Gesteine unserer Tabelle I z. Th. in die neueren Formationen gruppiren: No. 1—9, oder die oolithischen bis zu den devonischen Schiefern, und z. Th. in die älteren: von No. 9—16 oder die metamorphischen bis zu den Graniten etc.

Der mittlere Coefficient der erstern ist 2449°, der der andern 5650°, dieser letztere mag auch für alle tieferen azoischen Gesteine gelten. Wir haben dann 20 Meilen Tiefe mit 2449° und 80 Meilen Tiefe mit 5650° als Coefficient, das gibt einen mittleren Coefficienten für die ganze Tiefe von 5010°.

131. Das ist gleichwohl gewiss zu niedrig. Denn die devonischen Kalksteine und die Schiefer von Nord-Wales (No. 7, 8 und 9 haben fast ganz so hohe Coefficienten, wie einige Granite und wie der Quarzit von Holyhead, wie aus meinen Zermalmungsexperimenten (Philos. Trans. 1862) sich folgern lässt) haben einen Coefficienten, der 5316° übersteigt, also gleich ist dem des Granites (siehe Anhang) und sie setzen mehr als die 5 tiefsten Meilen unserer 20 Meilen bekannter Gesteine zusammen. Auch wird ohne Zweifel eine bedeutende Zunahme durch die metamorphischen Gesteine von Rowley-Rag No. 10 gefunden werden, die dem untersten Theile der bekannten Serie angehören. Daher werden wir dem Richtigen näher kommen, wenn wir

Digitized by Google

alle Gesteine in unserer Tabelle I zusammengruppiren, ausgenommen No. 10, 12 und 16, welche die höchsten Coefficienten haben und nehmen das Mittel von diesen als mittleren Coefficienten für die bekannten oder geschichteten Gesteine, dagegen das Mittel aus 10, 12 und 16 als mittleren Coefficienten für alle krystallinischen oder tiefer liegenden Gesteine.

Das Mittel aus allen ohne 10, 12 und 16 ist dann = 4110° und das Mittel aus 10, 12 und 16 = 7060° oder für die ganze Tiefe 20 Meilen mit 4110°

80 „ „ 7060°,

welches als Mittel ergibt = 6472° für den Kubikfuss Gestein.

132. Eine mittlere specifische Wärme auf dieselbe Weise aus den Zahlen in Spalte 27 erhalten, gibt 0,199 als Durchschnitt für die ganzen 100 Meilen Tiefe der Erdrinde, und aus der Spalte 3 des specifischen Gewichts leiten wir als Mittel für alle angewendeten Gesteine 2,627 ab. Wenn wir das als Mittel für 20 Meilen Tiefe annehmen und 2,900 als das specifische Gewicht der dichteren Gesteine, die die folgenden 80 Meilen zusammensetzen, so erhalten wir als Mittel für das specifische Gewicht der ganzen 100 Meilen der Erdkruste = 2,842.

133. Daraus gewinnen wir nun die folgenden Zahlenwerthe:

1) H = 6472 Britische Einheiten per Kubikfuss zermalmten mittleren Gesteines.

2) $\frac{6472}{62.425}$ = 103° Fahr. = die Temperatur zu der 1 Kubikfuss Wasser von 0 Grad durch H erhitzt wird.

3) $\frac{6472}{57.8 \times 143}$ = 0,783 = Kubikfuss Eis von 32° geschmolzen zu Wasser von 32°.

4) $\frac{6472}{62.425 \times 1146}$ = 0,0904 Kubikfuss Wasser von 32° in Dampf von 212° verwandelt, oder wenn das Wasser schon 212° Temperatur hatte:

Digitized by Google

$\frac{6472}{62.425 \times 966} = 0{,}107$ Kubikfuss verdampft in Dampf von 1 Athmosphäre.

5) $\frac{6472}{177 \times 0{,}199} = 183°74$, um welche ein Kubikfuss mittleren Gesteines durch H erhöht wird. Wenn wir 2000° Fahr. als Schmelztemperatur solcher Gesteine annehmen:

6) $\frac{6472}{2000 \times 177 \times 0{,}199} = 0{,}0918$ die Zahl der Kubikfuss mittlern Gesteines von 0 Grad durch H geschmolzen. Und wenn das Gestein eine Temperatur von 300° Fahr. hatte,

$\frac{6472}{1700 \times 177 + 0{,}199} = 0{,}108$ Kubikfuss Gestein geschmolzen und wenn das Gestein von 300° nur bis zu 1000° Fahr. oder zu einer Rothgluth (dem Schmelzpunkte des Silbers) erhitzt wird:

$\frac{6472}{700 \times 177 \times 0{,}199} = 0{,}262$ Kubikfuss Gestein so durch H in der Temperatur erhöht.

134. Aus 3 folgt, das die Wärme zum Schmelzen von 1 Kub. Meile Eis von 32 Grad gleich ist der Zermalmungsarbeit von 1.277 Kub.-Meile mittleren Gesteins, diese in Wärme umgesetzt.

135. Wir haben nun die zweite Reihe von Experimenten zu beschreiben, die die Bestimmung der totalen Contraktion von Mineralmassen zum Ziele hatten, die analog sind denjenigen, aus denen wir die feste Erdrinde und vielleicht den grössten Theil der Erdkugel uns bestehend denken können: die Contraktion durch Erkaltung von der Temperatur des Schmelzflusses oder einer noch höheren bis zu der mittleren Temperatur unserer Atmosphäre hinab. Die Experimente und Beobachtungen, die bis heran über diesen Gegenstand gemacht worden sind, waren vollständig ungenügend und enthielten solche Fehlerquellen, dass sie als durchaus unzuverlässig gelten müssen. Bischoff's Experimente über die totale Contraktion von geschmolzenem Basalt, Trachyt, Granit (zuerst mitgetheilt in Leonh. N. Jahrb. 1841 S. 565 und 1843 S. 1—54 an letzter Stelle Bischoff's eigene Versuche) sind lediglich auf seine Au-

Digitized by Google

torität hin angenommen worden und wurden von andern Autoren in ihren Büchern immer wieder aufgeführt, sicherlich ohne die Details und die Methoden der Versuche in der Originalarbeit zu Rathe zu ziehen. So sagt Prof. W. Thomson (Thomson und Tate Nat. Phil. p. 725), „Bischoff's Experimente, auf deren Gültigkeit, so weit ich weiss, nie ein Zweifel geworfen wurde, zeigen, dass geschmolzene Granite, Schiefer und Trachyte alle sich um etwa 20% durch Erstarren contrahiren" und er geht dann auf Grundlage dieses falschen Coefficienten dazu über, eine Ursache für die Vulkane und Erdbeben zu finden. S. 725—727.

Er kann Bischoff's eigene Angaben kaum angesehen haben, die unsichere Begründung derselben würde sonst seinem Scharfblicke nicht entgangen sein. Bischoff's Experimente wurden aber nach zwei Methoden ausgeführt.

Das eine Mal schmolz er das Gestein in Thontiegeln, die nur wenige Pfund enthielten, bestimmte den Inhalt des leeren Tiegels durch das Gewicht seiner Füllung mit Quecksilber und das Volumen des nicht geschmolzenen Gesteines, durch dessen specifisches Gewicht und durch Wägen. Dann wurde das Gestein geschmolzen, und um das Volumen desselben im flüssigen Zustande zu erhalten, maass er die Tiefe der Oberfläche unter dem Tiegelrande durch einen graduirten Eisendrath und liess dann das Ganze erkalten. Dann füllte er auf die Oberfläche des erhärteten Gesteines Quecksilber, bis der Messdraht wieder die Oberfläche der Flüssigkeit berührte. Aus dem Gewichte des Quecksilbers berechnete er das Volumen der Contraktion. Und indem er nun die ganze Höhlung des Tiegels mit Quecksilber füllte, wog und dann das letztere Volumen Quecksilber von dem, welches der leere Tiegel anfänglich enthielt, abzog, erhielt er das Volumen des Gesteins im Schmelzflusse und nach der Erkaltung.

Das ist im wesentlichsten Bischoff's Methode; dennoch muss für alle einzelnen Stadien und getroffenen Vorsichtsmaassregeln auf seine ausführliche Originalarbeit verwiesen werden.

Nun ist es aber kaum nöthig zu zeigen, dass zuverlässige Resultate durch diese verwickelte und indirekte

Digitized by Google

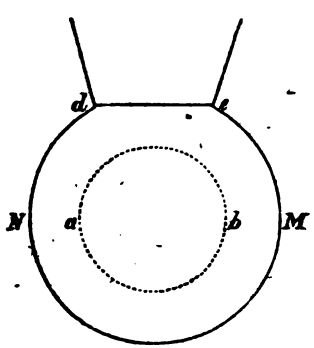
Methode gar nicht zu erlangen waren, da auch nicht eine einzige Bedingung erfüllt war, die die ganzen Versuche als Vertrauen erweckend erscheinen lassen konnte.

Er war gezwungen, Quecksilber anzuwenden, weil seine Tiegel Wasser absorbirten; aber die grosse Capillarität und das hohe specifische Gewicht des Quecksilbers mussten nothwendig grosse Irrthümer in die Deduction aus dem Gewichte einführen, wo es sich um solche geringe Volumina handelte.

Die unausgesetzte Ausdehnung des Tiegels und die Erhöhung seiner Capacität durch die Hitze wurde bestimmt, indem er den Versuch machte, den inneren Durchmesser des Tiegelrandes zu messen, wenn derselbe kalt und wenn er mit schmelzflüssigem Gesteine erfüllt war, und ferner wird die Annahme gemacht, dass die Ausdehnung aller Theile des Tiegels gleichmässig erfolge, so dass seine Capacität in Wirklichkeit dem Kubus dieser einen ungenau gemessenen Dimension entspräche. Das kann aber nicht richtig sein nach allem, was wir von Formveränderungen der Töpferwaaren beim Backen kennen, auch wenn alle Theile des Tiegels gleichmässig erhitzt worden wären. Aber wie steht es nun mit der Contraktion des Tiegels durch die Hitze, die ihm mit aller Irdenwaare gemeinschaftlich ist und welche nicht nur von der Temperatur abhängt, zu der er erhitzt wird, sondern auch von der Dauer der Erhitzung? Darüber, was doch gewiss Bischoff's Resultate sehr beeinflusst, finden wir bei ihm kein Wort der Bemerkung.

Bischoff giebt die Schwierigkeit dieser Art von Versuchen zu und scheint schliesslich selbst nur geringen Glauben an seine Resultate zu haben; denn er adoptirt eine andere Methode, die ihm von dem Oberbauinspektor Althans an der Sayner Hütte mitgetheilt wurde. Diese bestand darin, dass eine schmiedeeiserne Kugel oder Form (Fig. 10) N M, die einen trichterförmigen Hals hatte, mit dem geschmolzenen Gesteine er-

Fig. 10.



Digitized by Google

füllt wurde. Während sich die geschmolzene Masse durch Erkaltung setzte, bildete sich eine feste Kruste zwischen d e im Halse und sobald diese den ganzen Querschnitt erfüllte, nahm man an (auf die unzureichendsten Gründe hin), dass eine erstarrte Schaale, an Dicke dem halben Durchmesser des Halses gleich, also $= \frac{de}{2}$ sich rund um das Innere der Kugel gebildet hätte, so dass in diesem Augenblicke a b der Durchmesser der noch flüssigen Gesteinskugel im Inneren der Kruste sei. Höhlungen wurden durch die endliche Abkühlung und Erhärtung des Ganzen darin gebildet und diese nimmt Bischoff als Ausdruck der ganzen Contraction an. Wenn so, sagt er, die Temperatur des flüssigen Gesteines beim Einfliessen in die Kugel genau bekannt war, so haben wir mit dem Gewichte der ganzen Kugel und dem von a b und dem specifischen Gewichte des Ganzen vollkommen genug, um die totale Contraktion zu bestimmen. Dazu wendet er bei seiner angenommenen Kugel a b den unzuverlässigen Contraktions-Coefficienten an, den ihm seine Tiegelexperimente ergeben und kommt so zu einem Resultate. In einem Beispiele endlich ist auch dieses Resultat noch durch ein ausserordentliches Uebersehen fehlerhaft gemacht.

Seine Rechnung ist so:

Durchmesser der Kugel N M = 21 Zoll.

Dicke der Kruste $\frac{de}{2}$ = Na oder b M = $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll.

Durchmesser des flüssigen Kernes a b = 21 Zoll — $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll, oder = 19 oder $19\frac{1}{2}$ Zoll, Mittel $19\frac{1}{4}$ Zoll.

Kubikinhalt desselben = 3733 Kubikzoll.

Contrakion = 3733 × 0,06 (Coefficient des Tiegelexperimentes) = 224 Kubikzoll.

Nun müsste aber nach Bischoff's Daten die Rechnung die folgende sein:

Durchmesser wie oben = 21 Zoll.

Durchmesser des flüssigen Kernes a b = 21 — 3 oder 4 Zoll, also Durchschnitt 17 bis 18 Zoll, Mittel $17\frac{1}{2}$ Zoll.

Kubikinhalt des Kernes von diesem Durchmesser = 2786.87 Kubikzoll.

Digitized by Google

Contraktion 2787 × 0.06 = 167 Kubikzoll.

136. David Forbes (Chem. News, Oct. 1868) hat schon, wenngleich nicht im Detail, die Unzulässigkeit der Resultate Bischoff's im Allgemeinen nachgewiesen. Gleichwohl versucht er an die Stelle derselben seine eigenen, in noch höherem Maasse trügerischen Schlüsse zu setzen, die sich auf seine Erfahrung stützen, dass die sauren oder basischen Silikate, aus denen unsere Gesteine bestehen, bei dem Uebergange aus dem flüssigen in den festen Zustand überhaupt kaum eine Kontraktion zeigen.

137. Seine thatsächlichen Gründe leitet er aus den Dimensionen geschmolzenen Basaltes von Rowley-Rag her, der nach der Schmelzung in Formen wieder erstarrte. Diese Schmelzung geschah auf der Glashütte der Herren Chance zur Darstellung dünner künstlicher Patentsteine. Ferner benutzte er von ihm selbst in gusseisernen Formen von geringem Inhalte gegossene Schlacken zu seinen Versuchen.

Bei den ersteren Versuchen waren die Formen, in denen der Guss der geschmolzenen Gesteine geschah, aus dem von Schmelzern sog. Trocken-Sand d. h. lehmigem Sand gebildet, in denen durch Abdruck eines Holzmodells die Form hergestellt wurde. Diese Formen werden getrocknet und bis ungefähr zu Rothgluth erhitzt und dann die flüssige Gesteinsmasse bis zur Ausfüllung des Hohlraumes in sie gegossen. Messungen des Holzmodells, oft von einigen Fuss Länge, und des Gussstückes aus geschmolzenem Gestein, welches nach ihnen gegossen wurde, ergaben nach Messrs. Chance genau die gleiche Grösse, woraus gefolgert wurde, dass keinerlei Contraktion bei der Abkühlung erfolge.

Das ist nun genau derselbe Missgriff, den Dr. Percy in seiner Metallurgie des Eisens gemacht hat, wo er gleichfalls den Coefficienten der totalen Contraktion von Gusseisen aus der Differenz zwischen dem Holzmodell für die Form und dem Gussstücke selbst herleitet.

In diesen beiden Fällen wird das Modell, um aus dem festgerammten feuchten Sande herausgezogen zu werden, durch den Arbeiter geklopft, d. h. er bewegt die Form nach allen Richtungen, um die Höhlung im Formsande etwas

Digitized by Google

grösser zu gestalten als das Modell, eine Differenz, die, wie klar ist, nothwendig erscheint, um das Herausziehen des Modells zu ermöglichen. Wenn dann die Sandform getrocknet und zur Rothglühhitze gebracht ist, wird durch Expansion die Höhlung der Form noch grösser werden, wenn sie auch vielleicht durch das Trocknen etwas sich zusammengezogen hatte, und in dieser hohen Temperatur empfängt sie das flüssige Gestein.

Daher beweist die Gleichheit der Grösse der Form und des Gussstückes, wenn sie auch in der That genau richtig ist, nicht, dass keine Contraktion stattgefunden, sondern nur, dass die Höhe der Contraktion gleich war der Erweiterung der Formhöhlung, die einmal durch den Spielraum des Modells in der Form, die durch das Klopfen bewirkt wurde und dann noch durch die fernere Erweiterung der Form selbst durch die Hitze herbeigeführt war. Da aber weder die Grösse des Spielraums (der nie in zwei Fällen der gleiche sein dürfte), noch auch die Erweiterung der Form durch die Expansion, die nach dem Material der Form und nach der Höhe der Temperatur zu verschiedenen Zeiten verschieden sein wird, als bekannt gelten können, so können aus den Daten der Herrn Chance gar keine Folgerungen gezogen werden.

138. Was nun die eigenen Experimente von Forbes angeht, so können wir gewiss Messungen keine Zuverlässigkeit zusprechen, die an Schlackenstücken angestellt sind, die in eisernen Formen von nur 10 Zoll Länge, 5 Zoll Weite und 6 Zoll Tiefe, also 360 Kubikzoll Inhalt gegossen wurden.

Die Contraktionen, die an diesen Schlacken (wohl Hochofenschlacken) auf der Eisenhütte zu Eidfors in Norwegen bestimmt wurden, waren von $1^1/_2$ bis 3% (weite Grenzen, die aber dennoch ganz in den Bereich der Fehlerquellen dieser Experimente fallen). Da wir über die Temperatur der Formen ganz im Dunkel gelassen werden und daher ihre wirkliche Grösse im Moment der Erstarrung nicht kennen, da wir nicht wissen, ob und welche Hohlräume endlich im Inneren der erstarrten Schlacken sich gebildet hatten und da wir dazu die Unmöglichkeit

Digitized by Google

mit in Anschlag bringen müssen, die wirklichen Dimensionen solcher kleinen, nicht einmal rectangulären, jedenfalls mehr oder weniger unebenen und rauhen Schlackenstücke zu messen, so dürfte daraus die Unsicherheit dieser Experimente hergeleitet werden müssen.

139. Die weiteren Experimente Forbes' an basischen Schlacken des Staffordshire Hohofens in Sandformen geschmolzen, sind aus denselben Gründen fehlerhaft, wie die an den Basalten von Rowley-Rag.

140. Endlich führt Forbes noch einige Messungen an, die er an Blöcken von Glas zu Birmingham angestellt hat, welche in eisernen Formen gegossen wurden. Diese zeigen fast gar keine Contraktion oder nach Dr. Lloyd von der Park Glashütte nur eine solche von $^1/_{272}$ in linearer Richtung an Blöcken von etwa 40 Pfd. Gewicht und nicht rectangulärer, sondern linsenförmiger Gestalt. Auf die Zuverlässigkeit dieser letzteren werden wir noch später zurückkommen.

141. Wenige Experimente über Expansion der Gesteine in hohen Temperaturen, aber weit unter dem Schmelzpunkt, sind von R. W. Fox angestellt und im Philos. Mag. 1832 p. 338 mitgetheilt worden. Granit nahm an Umfang in dunkler Rothglühhitze von $^1/_{52}$ bis zu $^1/_{56}$ zu, Feldspath aus einem Porphyr eines Ganges von Elvan desgleichen, Thonschiefer nahm an Grösse zu, bei einer im Dunkeln kaum sichtbaren Rothgluth um $^1/_{65}$ bis zu $^1/_{77}$ und Grünstein um $^1/_{96}$. Diese Bestimmungen erscheinen im Ganzen unsicher, es ist nicht klar ersichtlich, ob mittlere kubische oder nur lineare Ausdehnung gemeint sei.

142. Bischoff's Endresultate sind durch Forbes wie folgt summirt worden:

	Volumen im Schmelzfluss.	Vol. wenn zu Glas gekühlt.	Vol. wenn krystallin erstarrt.
Basalt	—	963	896
Trachyt	1000	888	818
Granit	—	888	748

so dass der letztere eine Contraktion von etwa $^1/_4$ seines Volumens im Schmelzflusse erlitten haben würde. Die Unterscheidung, die zwischen glasiger und krystallinischer

Digitized by Google

Form hier gemacht wird, ist in diesem Falle wenigstens sehr willkührlich. Alle Silicate, die krystallisiren, scheiden sich beim Erkalten in krystallisirte Körper, die in einem umgebenden glasigen Magma schwimmen, welches nicht anders krystallisirt, als wenn es durch langes Erhitzen entglast wird. Von den relativen Proportionen beider und von der Art und andern Bedingungen der Erkaltung hängt es ab, ob die untermischten Krystalle fest werden, oder die ganze Masse überhaupt eine krystalline Form annimmt.

Ausser den bis jetzt angeführten Versuchen kennt der Verfasser keine weiteren, welche hohe Temperaturen betreffen, obgleich wir einige gute und zuverlässige Angaben besitzen über die Expansion einiger steinigen Körper bei Temperaturen, die nicht viel höher sind als der Siedepunkt des Wassers.

143. Der Verfasser hielt es daher für nöthig, selbst experimentelle Versuche über die totale Contraktion anzustellen, welche solche Körper beim Uebergange aus dem Schmelzflusse oder aus noch höheren Temperaturen zur Erstarrung erleiden, die füglich nach physikalischer und chemischer Beschaffenheit als analog den basischen und sauren Gesteinssilicaten gelten können, mit denen wir es zu thun haben. Die Hochofenschlacken der Barrow-Eisenwerke scheinen sich den erstern, Britisches Spiegelglas den letzteren zu näheren.

144. Der Verfasser hat Herrn T. F. Smith zu danken, der ihm die Experimente auf den Barrow-Werken (nahe bei Furness-Abbey, Cumberland) ermöglicht hat und Herrn Murdock, auf denselben Werken, dass er ihm bei der Ausführung beigestanden.

145. Auf diesen Werken wird rother Hämatit mit Coaksfeuerung verschmolzen, als Zuschlag benutzt man nur einen sehr reinen Kalkstein. Die Hohöfen sind von den grössten Dimensionen und arbeiten mit einem Gebläse von 700°—800° Fahr. Temperatur. Die bei der Herstellung feinen grauen Roheisens, wie es zur Gewinnung von Bessemer Stahl dient, fallenden Schlacken wurden für das Experiment gewählt. Sie haben in der Regel eine licht

Digitized by Google

rehbraune Farbe oder spielen ins gelbliche und licht blaugraue hinüber.

Folgen des sind typische Analysen dieser Schlacken:

		A	B	C
SiO_2	=	38.00	40.93	44.80
Al_2O_3	=	40.00	9.49	11.21
CaO	=	42.00	42.01	36.05
MgO	=	1.65	0.68	1.24
NnO	=	Spur	1.83	2.12
FeO	=	2.08	0.64	0.84
Na_2O	=	1.66	0.59	1.56
M_2O	=	2.03	0.57	
$CaO.SO_3$	=	2.45	2.72	2.35
PO_5	=	—	0.01	—

Alle diese Analysen zeigen einen von der Oxydation des Eisens und Mangans im Processe herrührenden Ueberschuss an diesen. Der Kalkstein, der als Zuschlag gilt, enthält circa 97% $CaO.CO_2$ mit etwa 2% SiO_2, Al_2O_3, MgO und FeO, so dass der grössere Theil dieses letzteren in die Schlacke aus dem Hämatit hineingekommen ist.

146. Wenn wir diese Analysen mit den folgenden von Basalten vergleichen, so ist die Annäherung der Zusammensetzung dieser Schlacken ersichtlich:

		Basalte.		
		A	B	C
SiO_2	=	36.68	48.47	55.16
Al_2O_3	=	14.34	30.16	7.42
Fe_2O_3	=	22.30		10.12
MgO	=	9.18	6.98	12.68
CaO	=	15.59	11.87	13.60
K_2O	=	3.93	1.96	0.66
Na_2O	=	0.77	0.65	0.36

A und C sind die Extreme von 11 Analysen verschiedener Basalte. B ist Bunsen's Normalbasalt nach einem Mittel aus vielen Analysen aus Blum's Handbuch der Lithologie 1860 p. 180. 192.

147. Die Schwierigkeiten, um zu einer zuverlässigen Messung der totalen Contraktion von geschmolzenen Gesteinen zu kommen, sind zweifellos gross. Betrachtungen über

Digitized by Google

die Art der Schwierigkeiten und Versuchsexperimente veranlassten den Verfasser zu glauben, dass die einzige Methode, um der Genauigkeit möglichst nahe zu kommen, die ist, mit sehr grossen Massen zu arbeiten, um so viele Fehler des Experimentes zu verwischen und zwar in der Weise, dass das Volumen der geschmolzenen Gesteine sowohl, als das der wieder erstarrten direkt gemessen werden könne.

148. Drei sehr grosse und dicke hohle conische Gusseisenformen, an beiden Enden offen, die als Bessemerstahlformen dienen, wurden zur Aufnahme und zur Messung der flüssigen Schlacke angewendet.

Flache gusseiserne Unterlagen wurden angewendet, so dass, wenn sie mit dem weiteren Ende des Conus darauf standen, sie dann ein geschlossenes Gefäss bildeten, mit freier oberer Mündung. In derselben Vertikallinie an einer Seite einer dieser konischen Röhren wurden durch einen Theil ihrer Dicke drei Höhlungen eingebohrt, in der Mitte und am Boden, abwärts gerichtet, um Quecksilber oder Wasser aufzunehmen, in welches ein Thermometer eingetaucht und so die Temperatur der Eisenmasse in der Röhre selbst gemessen werden konnte. Die Dicke dieser Röhren ist gross. Der Inhalt jeder derselben ist mehr als 8000 Kubikzoll oder über 4.6 Kubikfuss.

149. Der Reihe nach wurde jeder dieser conischen Röhren genau aufrecht auf ihre Basalplatte befestigt, die auf einen sicheren und ebenen Unterlage stand, und wurde dicht an einen der Hochöfen herangestellt und zwar so, dass die Schlackenmasse des Ofens direkt in die Röhre fliessen konnte, mit einer Einrichtung, die den Schlackenzufluss sofort hemmte, wenn die Röhre gefüllt war.

Die Röhre, welche die Temperatur der umgebenden Luft, ungefähr 51° Fahr., hatte, wurde dann mit flüssiger Schlacke gefüllt und der Schlackenzufluss genau gehemmt, als die Schlacke die Höhe des oberen Endes oder den oberen Rand der Röhre erreicht hatte. Die Schlacke floss in allen Fällen so flüssig, wie sehr heisses Gusseisen und bildete eine ganz ungebrochene und flache Oberfläche am Röhrenende mit leicht abgerundeten Ecken rund herum,

Digitized by Google

die durch die Capillarität verursacht waren. Es war dafür Sorge getragen, dass der Schlackenstrom rein und ohne Beimengung von Asche u. s. w. unmittelbar aus dem Gestell des Ofens herauskam, dieser war, um die Ansammlung der Schlacke zu ermöglichen, vorher eine Zeit lang gestopft worden.

150. Die so eingefüllte Schlacke blieb eine Zeit lang flüssig; ihre obere Fläche begann schnell unter den Rand der Röhre herunter zu sinken, indem die Schlacke durch Leitung Hitze an die Eisenmasse der Röhre abgab und so sich zusammenzog, während die Form sich ausdehnte.

Sehr bald aber begann dennoch eine feste Kruste am oberen Ende sich zu bilden. Ihre Dicke wurde nach dem Widerstande geschätzt, den sie dem Eindringen eines wenig zugespitzten Stahlstäbchens entgegensetzte. Sehr bald nachher fing die vorher glatte und flache Kruste an, hohl oder concav nach dem Centrum sich umzubilden. Das deutete an, dass eine selbsttragende Kruste sich nun rund um die ganze Form gebildet hatte, deren Inneres gleichwohl noch flüssig war. Das markirte also den Augenblick, in dem die wirklichen Dimensionen der gusseisernen Form bekannt sein mussten, als Ausdruck des Volumens der Schlacke, da sie an der Oberfläche fest wurde. Da die Dimensionen der gusseisernen Röhren, so lange sie noch kalt, genau gemessen waren (bei 49°.51° resp. 52° Fahr.), so brauchen wir nur die Temperatur der gusseisernen Form im Augenblick des Anfanges der Erstarrung der Schlacke in ihr, um ihre Capacität festzustellen.

151. Die Röhren wurden so schnell wie möglich mit Schlacke gefüllt; die volle Füllungszeit betrug 4 bis 8 Minuten. Durch besondere Versuche wurde nachgewiesen, dass Wasser in allen drei Höhlungen der Röhre 7 Minuten nach dem Beginn der Füllung zum Sieden kam, das kann als die Zeit gelten, in der die Eisenmasse der Form selbst 212° Fahr. erreicht hatte. Es wurde ausserdem gefunden, dass die feste rundumgehende starre Kruste sich in 22 Minuten im Durchschnitt bildete, und dass die Erstarrung etwa 20 Minuten nach dem Beginn der Füllung anfing. Da die Differenz der Temperatur der gusseisernen

Digitized by Google

Form und der Schlacke während dieser ganzen Zeit eine sehr grosse war, so können wir annehmen, dass die Zunahme der Hitze, die sich der Röhre mittheilte, für gleiche Zeiten die gleiche gewesen und die Form nahm um 137° (oder von 75° zu 212°) in 7 Minuten zu.

152. Da nun also

$$7 : 137 = 22 : x$$

so würde sich hieraus die Temperatur der Form im Augenblicke des Festwerdens der festen Kruste auf 430° 6 Fahr. ergeben. Da aber das Innere der Röhre heisser war, als die Aussenseite und so einen ausdehnenden Einfluss auf die äusseren Theile ausübte, so müssen wir diese Zahl etwas erhöhen und können dieselbe etwa auf 450° Fahr. schätzen.

153. Der Expansionscoefficient von Gusseisen, wie ihn Lavoisier und Ray angeben, ist als Mittel aus beiden Angaben

0,00000618 für 1° Fahr. oder 0,00278 für 450°.

Diesen Coefficienten auf die Dimensionen der kalten Röhre in Anwendung gebracht, ergiebt die Dimensionen bei 450° Fahr. (wie in Spalte 3 Tabelle II S. 94) und diese bestimmen das Volumen der Schlacke zur Zeit ihrer anfänglichen Erstarrung.

154. Die Temperatur der flüssigen Schlacke im Momente, wo sie in die Form floss, war dieselbe wie im Hochofen und bedeutend höher als ihr Schmelzpunkt. Es wurde festgestellt, dass die Oberfläche der Schlacke in der Form schnell parallel zu sich selbst niedersank und dann, sobald eine dünne Kruste sich gebildet hatte, concav zu werden anfing. In diesem Augenblicke wurde die mittlere Tiefe der Schlackenoberfläche unter dem Rande der Röhre durch Messung festgestellt. Da die Höhe der Formen vier bis fünfmal so gross ist, als der Durchmesser des Randes, so geben diese Messungen nach der Tiefe sehr genaue Volumbestimmungen; als Durchschnitt für die drei Experimente wurde 130 Kubikzoll gefunden und da 8160 die mittlere Capacität der Formen in der Kälte ist, für die Temperatur corrigirt, so folgt daraus, wenn man das Volumen der in die Formen gefüllten Schlacke bei einer etwas höheren Temperatur als dem Schmelzpunkt

Digitized by Google

auf 1000 annimmt, dass ihr Volumen bei dem ersten Anfange der Erstarrung oder dem Schmelzpunkte gleich ist 983.

155. Um dem wirklichen Werthe dieser Temperaturen möglichst nahe zu kommen, war es nöthig, die Temperatur des Hochofens selbst zu erhalten, die man auch als die der ausfliessenden Schlacke annehmen konnte. Bei den Schwierigkeiten hier irgend ein Pyrometer zu benutzen, gar nicht von der Unsicherheit der Angaben dieser Instrumente zu reden, entschied sich der Verfasser endlich für die Anwendung der Pouillet'schen Methode der Mischungen.*) Man liess direkt aus dem Hochofen eine bestimmte Menge flüssigen Eisens in Wasser von bekanntem Gewichte, welches in einem grossen Holzgefässe sich befand, einfliessen und wog nachher das Eisen, welches eingetreten war. Da das Gewicht des Wassers und des Eisens, sowie ihre spec. Wärme somit bekannt waren und gleichfalls die Temperatur des Wassers vor und nach der Mischung mit dem flüssigen Eisen, so wurde daraus die Temperatur des letzteren erhalten. Das Gewicht des angewendeten Wassers betrug immer 400 Pfd.

	Temperatur des Wassers.	Temperatur des Wassers nach der Mischung.	Gewicht des flüssigen Eisens.
1.	88°7	188°6	77.5 Pfd.
2.	100°4	152°6	41.0 »
3.	111°2	170°6	43.5 »

Kein Dampf wurde beim Eintritt des Eisens in das Wasser abgegeben und der Wärmeverlust an das Holzgefäss war sehr gering bei einem so grossen Volumen von Wasser. Die spec. Wärme von Gusseisen bei der höchsten Temperatur wird von Schintz in seinem Werke über den Hochofen auf 0.145 angegeben (S. 47—51).

Wenn t^0 die durch das flüssige Eisen verlorene Temperatur ist, t die Zunahme der Temperatur des Wassers nach der Mischung, w das Gewicht des Wassers = 400 Pfd., w' das Gewicht des flüssigen Eisens, und wenn man die spec. Wärme des Wassers, was ohne grossen Fehler ge-

*) Siehe hierüber Pogg. Ann. Bd. XIV. S. 530 und Bd. XXXIX. S. 518. D. Uebers.

Digitized by Google

schehen kann, bei den hohen Temperaturen auf 1,0 annimmt und s die spec. Wärme des flüssigen Eisens ist, so haben wir

$$t^0 = \frac{wt}{w's};$$

und hierzu müssen wir die Anfangstemperatur des Wassers vor der Mischung noch hinzufügen, um die Temperatur des geschmolzenen Eisens zu erhalten. Wenden wir das an, so erhalten wir

t No. 1 = 100° t No. 2 = 52°2 t No. 3 = 59°4.

No. 1. t^0 = 3470° Fahr.
No. 2. t^0 = 3525° „
No. 3. t^0 = 3735° „

Und wenn hierzu die Anfangstemperatur des Wassers vor der Mischung hinzu addirt wird, erhalten wir als die Temperatur des flüssigen Eisens:

No. 1. 3470 + 89 = 3559°
No. 2. 3525 + 100 = 3625°
No. 3. 3735 + 111 = 3846°

oder als Mittel hieraus 3677° Fahr. = 2011° C.

156. Diese Bestimmung trifft nahe genug mit den Resultaten Schurers zusammen, der die Temperatur in der Schmelzzone eines Hochofens zwischen 2650 und 2000° C. feststellt.

Dennoch ist diese Zahl etwas zu niedrig; denn bei der sehr hohen Temperatur musste etwas Wärme von dem flüssigen Eisen schon auf dem Wege zum Wasserbecken verloren werden und etwas auch an den Boden des Holzgefässes abgegeben werden, mit dem es zunächst in innige Berührung kam.

Wir können somit die wirkliche Temperatur des Hochofens auf etwa 4000° Fahr. annehmen und die Temperatur der flüssigen Schlacke, wenn sie in die Formen eintritt zu 3677 oder rund 3680°.

157. Die festen conischen Schlackenblöcke in den eisernen Formen erreichten die athmosphärische Temperatur in 12 Stunden nach dem Füllen von 3680° als Anfangstemperatur ausgehend, aber das Festwerden begann schon 20 Minuten (oder $^1/_{36}$ von 12 Stunden) nach der Füllung. Wenn wir daher annehmen, dass das Mass der Abkühlung in den

Digitized by Google

ersten 20 Minuten 5 oder 6 mal so gross war, als die mittlere Abkühlung überhaupt, wozu uns die Gesetze der Abkühlung zu berechtigen scheinen, so war dann die Temperatur im Stadium der beginnenden Erstarrung:

$$3680^0 - 6 \times 103^0 = 3062^0 \text{ oder rund } 3000^0.$$

158. Nachdem jeder Schlackenkegel hinlänglich fest geworden, wurde Form und Schlacke mit ihr auf der Basalplatte stehend vertikal durch einen Krahnen auf einen Waggon gehoben und auf einer eisernen Plattform im Bereiche eines zweiten Krahnens niedergestellt und erkalten gelassen. Nach 24 Stunden wurde die Form sorgsam von dem Schlackenkegel abgehoben, und wegen der Contraction der Schlacke und der conischen Form, die am unteren Ende weiter war, ging die Loslösung sehr leicht und ohne Beschädigung der Schlackenkegel vor sich, die dann in hinreichend regelmässiger Form und mit glatter Oberfläche hervorkamen, und eine genaue Messung gestatteten.

159. Die Messungen wurden dann mit Hülfe von Stahlzirkel und Maassstab für Durchmesser und Höhe gemacht, die ersteren wurden durch Messungen des Umfangs mit gut graduirten biegsamen Stahlstreifen oder Bändern controllirt.

160. Beim Aufbrechen dieser Schlackenkegel wurde kein getrennter innerer Kern von wesentlich anderer Beschaffenheit gefunden, als die ganze Masse, noch auch irgend bedeutende Hohlräume. Das Aeussere, was in direkter Berührung mit der Eisenform gewesen, war glasig, von mehr oder weniger blauer Farbe; aber der ganze Rest zeigte sich, bei der Betrachtung mit dem blossen Auge oder mit der Loupe als eine ziemlich gleichförmige Mischung aschgrauer Krystalle mehr oder weniger deutlich, in einer hell grünlich gelben oder schwach braunen Glasmasse eingebettet. Das Verhältniss von krystallinischer Masse zu Glasmasse war ziemlich gross und um so grösser, je mehr wir uns dem Centrum nähern, wo an einigen Stellen die grauen Krystalle (ähnlich dem Wollastonit) sehr gut entwickelt waren. Hier zeigte sich also das Material, welches zu dem Versuche gedient hatte, als ein wirkliches krystallinisches Gestein, und nicht als eine blosse Glasmasse.

Digitized by Google

Tabelle II. Resultate der Versuche über die Contraction der Schlacke, angestellt auf den Barrow Eisenwerken.

1.	2.			3. *)			4.	5.	6.	7.
No. des Versuchs.	Dimensionen der Formen bei 51° Fahr.			Dimensionen der Formen bei 450° Fahr.			Kubik-Inhalt der kalten Form = 51° Fahr.	Kubik-Inhalt der Form bei 450° Fahr.	Volum der Schlackenkegel bei 53° Fahr.	Totale Contraction = Differenz der Volumina von Spalte 5 und 6.
	Durchm. des Oberendes.	Durchm. am Boden.	Höhe.	Durchm. des Oberendes.	Durchm. am Boden.	Höhe.				
	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Kub.-Zoll.	Kub.-Zoll.	Kub.-Zoll.	Kub.-Zoll.
Form I	14.25	16.00	46.00	14.28	16.04	46.12	8274.1550	8334.2310	7646.2269	688.0041
Form II	14.40	15.75	45.44	14.44	15.79	45.56	8115.5705	8175.0005	7796.3884	378.6121
Form III	14.30	15.80	45.45	14.34	15.84	45.57	8091.9931	8156.5373	7658.0758	498.4615
Mittelwerthe	.	.	.	.	.	.	8160.5722	8255.2896	7700.2303	521.6926

Mittlerer Coefficient der totalen Contraktion bei dem Anfangsvolumen von 1000 von 3680° zu 53° wie 1000 : 932.76.

Mittlerer Coefficient der Contraction vom flüssigen Zustand bis zum Beginn der Erstarrung oder (nach Schätzung) von 3680° zu 3000° wie 1000 : 983.

Oder wenn das Volumen bei 53° = 1000, wird es nahe über dem Schmelzpunkte fast 1072 sein.

Oder wenn das Volumen bei 53° = 1000, wird es be dem Erstarrungsanfange nahe = 1017,3 sein.

*) Die Spalte 3 ist von dem Ausdehnungscoefficienten für Gusseisen hergeleitet, der zu 0,00000618 für 1° Fahr. angenommen ist.

Digitized by Google

161. Wenn wir Tafel II einsehen, so kommen wir zu folgenden Resultaten:

. Der Coefficient der cubischen Contraktion der Schlacke zwischen der Temperatur des Austrittes aus dem Ofen und dem Beginne der Erstarrung oder zwischen 3680° und 3000° $= {}^{17}/_{1000}$ oder das ursprüngliche Volumen verhält sich zu dem contrahirten wie 1000 : 983 und der Coefficient der totalen Contraction oder der zwischen 3680° und 53° ist nahezu ${}^{67}/_{1000}$ oder das ursprüngliche Volumen verhält sich zum contrahirten wie 1000 : 933.

Das ist kaum 6% an Stelle von 20—25%, wie es Bischoff angibt.

162. Wir sehen hieraus, dass der Unterschied in dem spec. Gewicht, zwischen sehr heisser erstarrter oder auch kalter Schlacke oder analogem Gesteine einerseits und derselben im schmelzflüssigen Zustande andererseits geringer als der zwischen Eis und Wasser und ein so geringer ist, dass die Annahme, eine dünne oder dicke Erdkruste werde von der Oberfläche des flüssigen Kernes getragen, dann nicht mehr unwahrscheinlich ist, wenn wir des zähen, teigigen Zustandes noch hierbei gedenken, der zwischen beiden genannten Zuständen in der Mitte liegt. Die Ansicht einer ursprünglichen centralen Erstarrung, durch stetes Untersinken der erstarrten Rinden, wie sie Poisson hatte oder die Begriffe von vulkanischer Thätigkeit, welche W. Thomson auf der gleichen Annahme basirte (Thomson and Tate Nat. Philos. p. 716) erhalten dadurch aber keinerlei Unterstützung.

163. Wenige Versuche wurden durch den Verfasser noch angestellt, um die kubische Expansion zu bestimmen. Fragmente von nur wenigen Pfunden Gewicht wurden zwischen 55 und 600° Fahr. erhitzt, indem sie in Quecksilber in einem graduirten Glasgefässe eingetaucht wurden. Die Expansion des Glases und des Quecksilbers, deren Coefficienten wohl bekannt sind, wurde durch Rechnung bestimmt und in Abzug gebracht.

164. Hieraus scheint sich zu ergeben, dass innerhalb dieser niedrigen Temperaturgränzen die Expansion dieser Schlacken nicht sehr von der des Glases selbst verschieden

Digitized by Google

ist. Jedoch kann diesen Versuchen kein grosses Gewicht beigelegt werden.

165. Wir gehen jetzt von den basischen zu den sauren Schlacken oder Silicaten über, als deren Typus britisches Spiegelglas gelten mag. In Wirklichkeit weicht es der chemischen Zusammensetzung nach nicht zu sehr von den sauren Silicatgesteinen ab, wie eine Vergleichung der folgenden Analysen zeigt:

Spiegelglas (nach Dumas)

SiO_2	=	73.85	68.6
Al_2O_3	=	3.50	1.2
MgO	=	„	2.1
CaO	=	5.60	11.0
Fe_2O_3	=	„	0.2
Mn_2O_3	=	„	0.1
K_2O	=	5.50	6.9
Na_2O	=	12.05	8.01

Gneiss (Maxima und Minima von 4 Analysen)

SiO_2	=	75.91	66.46
Al_2O_3	=	14.11	16.20
Fe_2O_3	=	2.03	5.81
CaO	=	1.14	2.82
MgO	=	0.40	2.17
K_2O	=	4.16	3.98
Na_2O	=	1.77	3.20
H_2O	=	1.16	1.59

Granite und Syenite (A und B Extreme von 5 Granit-Analysen, C und D Extreme von 4 Analysen von Syenit.)

		A.	B.	C.	D.
SiO_2	=	74.25	68.56	61.72	56.78
Al_2O_3	=	11.58	14.44	13.57	16.64
Fe_2O_3	=	2.41	5.04	7.16	9.58
CaO	=	1.08	3.85	5.88	5.12
MgO	=	10.01	2.78	3.33	2.63
Na_2O	=			3.12	5.30
K_2O	=	„	3.36	3.37	2.58

Digitized by Google

Trachyte (A und C Extreme von 5 Analysen, B der Normaltrachyt Bunsen's von Island).

		A.	B.	C.
SiO_2	=	77,92	76,67	61.03
Al_2O_3	=	12.01	14.23	17.21
Fe_2O_3	=	1.32		4.84
CaO	=	0.76	1.44	1.43
MgO	=	0.13	0.28	2.07
K_2O	=	3.27	3.20	7.16
Na_2O	=	4.59	4.18	4.64

Porphyre, Pechsteine, Obsidiane geben ähnliche Resultate.

Alle Analysen sind Blum's Lithologie oder Gesteinslehre 1860 entnommen.

166. Der Verfasser war in der Lage sichere Angaben zu erhalten, die durch tägliche und häufige Messungen in der Britischen Spiegelglas-Manufaktur gewonnen wurden. Aus diesen Angaben lässt sich der Contraktionscoefficient bei diesem Materiale, zwischen einer dem Schmelzflusse nicht sehr fernen Temperatur und der der Athmosphäre erhalten, und wenn auch die Genauigkeit nicht ganz vollkommen ist, so ist doch die Annäherung an die Richtigkeit eine so grosse oder vielleicht noch grössere, als sie auf dem Wege weniger experimenteller Versuche zu erlangen ist.

167. In der Spiegelglasmanufaktur wird geschmolzenes Glas plötzlich aus dem Schmelztiegel auf die Oberfläche einer grossen gusseisernen, horizontalen Tafel (dem Giesstisch) ausgegossen. In der Breite ist die Masse zusammengehalten durch zwei parallele Eisenstreifen, die auf der Tafel befestigt sind. Ihre Dicke bestimmt die Dicke der Glastafel, die dadurch erhalten wird, dass man mit einer sehr schweren (6—8 Ctr.) eisernen Walze über den zähen Glashaufen hinfährt, der hierdurch eben ausgebreitet wird. So bildet sich eine nahezu rectanguläre Tafel, deren zwei Seiten ganz gerade und parallel sind, während die beiden anderen Seiten oder Enden etwas unregelmässig sind.

Digitized by Google

Im Augenblicke, nachdem die Walze gewirkt hat, misst ein Beamter mit Hülfe eines eigens dafür eingerichteten graduirten Stangenzirkels an einem mittleren Punkte am oberen und unteren Ende der Platte (der in das Glas markirt wird) die mittlere Länge derselben (ihre Breite ist stets die gleiche), dann wird die Glasplatte sehr bald von dem Tische fortgenommen und zur vollkommenen langsamen Erkaltung auf das Lager gebracht. Wenn sie ganz erkaltet und vom Lager gebracht ist, wird sie nochmals mit demselben Stangenzirkel an den markirten Stellen gemessen. Die Weite der Platte wird jetzt gleichfalls gemessen, die im Stadium ihrer hohen Temperatur durch die parallelen Eisenstäbe des Giesstisches gegeben war.

Die Oberfläche der Platte wird aus diesen beiden Dimensionen berechnet und alles zusammen registrirt und so jeden Tag und von jeder Platte des Arbeitsjahres.

168. Ob nun die allgemeine Praxis der Spiegelglasfabrikation eine solche ist oder nicht, jedenfalls wurde es so auf den Hütten der Thames Plate Glass Company zu Blackwell gehandhabt. Dem Leiter dieser Hütten, Herrn F. M. Waller verdankt der Verfasser ungefähr 40000 derartige Messungen, aus den Büchern des Jahres 1861 ausgezogen.

169. Aus einer Reduction derselben ergiebt sich, dass wenn die Gesammtoberfläche des heissen Glases = 36172 □F., die desselben erkalteten Glases = 35692 war. Daher verhalten sich die linearen Dimensionen, wie die Quadratwurzeln dieser Zahlen oder wie 190 : 189 oder:

100 : 99.47.

Daher ist die lineare Contraktion von Britischem Spiegelglas zwischen seinem weich-zähen Zustande oder zwischen einer dem Schmelzpunkte sehr nahe liegenden Temperatur und der Temperatur der umgebenden Athmosphäre (also etwa 50° als Jahresmittel) = 0,53%.

170. Dreimal so gross ist ungefähr die kubische Contraktion oder also = 1,59%.

Daher werden 1000 Volumeneinheiten von Glas, mit einer dem Schmelzpunkt nahen Temperatur zu 984.10, wenn die Temperatur auf 50° sinkt, oder die Contraktion an Volumen ist = $^{16}/_{1000}$. Das ist aber, wenn auch nicht viel,

Digitized by Google

so doch etwas zu niedrig, wenn wir in der Lage wären, das Volumen des Glases beim wirklichen Schmelzpunkt als Ausgang anzunehmen.

171. Die totale Contraktion der Barrow-Schlacken verhält sich zu der des Spiegelglases:

1000 : 933 : 984

oder die totale Contraktion des Glases durch die ganze Temperaturabnahme abwärts von der dem Schmelzpunkte nahe liegenden Temperatur an ist ungefähr gleich der Contraktion der Schlacke nur durch 680°. Diesen Resultaten schenkt der Verfasser grosses Vertrauen, da sie auf einer ganzen Reihe von Beobachtungen beruhen und durch die stete Wiederholung von Messungen durch lange Zeit hindurch und von derselben Person angestellt, erhalten wurden. Kleine Fehler mussten hierbei im Endresultate verschwinden.

172. Es ist hiernach der Schluss gestattet, dass saure Silicatgesteine noch weniger sich zusammenziehen als basische Silicate. Eine aus den ersteren bestehende Erdrinde ist daher noch mehr im Stande auf dem aus gleichem Materiale bestehenden flüssigen Kerne zu schwimmen.

173. Bei der Anwendung auf unsere Erde müssen aber gewiss alle Folgerungen, die man aus jedem dieser Coefficienten ziehen kann, noch durch die Volumveränderungen alterirt werden, welche aus der molecularen Umwandlung der erkaltenden Masse, z. B. beim Uebergange aus dem glasigen in den krystallinischen Zustand, hervorgehen. Darüber haben wir keine Daten. Bei der Unkenntniss der Mengenverhältnisse, nach denen saure und basische Gesteine die Erde zusammensetzen, sind wir auch nicht in der Lage einen mittleren Coefficienten für das Ganze zu bestimmen. Gleichwohl müssen wir nunmehr versuchen, die erhaltenen numerischen Resultate derartig anzuwenden, dass wir daraus bei dem Stande unserer Kenntnisse die Theorie der vulkanischen Thätigkeit erklären können, die wir hier vortragen, und wenn nicht ihre Richtigkeit, so doch ihre Möglichkeit erweisen.

174. W. Thomson hat gezeigt, dass in der Verdichtung aus dem nebelförmigen Zustand unserer Erde,

Digitized by Google

eine Arbeit von nahezu 14 Millionen Fusstonnen auf jede Tonne des wirklichen Gewichtes unserer Erde geleistet worden ist; und da die Verdichtung stufenweise geschah, so wurde der grössere Theil dieser Arbeit in den Weltraum als Wärme ausgestrahlt, es ist die erste ungeheure Zerstreuung von Kraft in der Bildung unserer Erde. Die flüssige Kugel wurde nun nach und nach eine zum Theil oder ganz feste Kugel, mit einem Kerne von höherer Temperatur.

175. Wenn der Erddurchmesser heutzutage 7916 Engl. M. ist, so war er auf Grundlage des Expansionscoefficienten 933 : 1000, als die Kugel flüssig war = 8105 M., oder bei der Temperatur, wo die Erkaltung anfing = 7957 M.; und wenn die mittlere Temperatur im flüssigen Zustande 4000° Fhr. überschritt, war der Durchmesser noch grösser.

Die Erde schrumpfte daher von ihrem flüssigen Zustande bis zu ihrem gegenwärtigen an Durchmesser um wenigstens 189 M. ein. Wenn wir als rohes Maass der hierbei entwickelten Kraft annehmen, dass sie gleich sei der Arbeit, die durch das Einsinken der ganzen sphärischen Rinde von 94½ Meilen Dicke um 47 M. geleistet wurde, so bekommen wir dann einen Begriff von der ungeheuren Kraft, die in diesem zweiten Stadium unserer Erdbildung umgesetzt wurde. Wenn wir annehmen, dass ¼ der Wärme der flüssigen Kugel schon ausgestrahlt war, ehe die feste Rinde eine hinlängliche Dicke erlangt hatte, um tangentiale Pressungen wirkungsvoll und auf grosse Entfernungen hin fortzupflanzen, Pressungen, die eine Folge der Contraktion von dem flüssigen bis auf den heutigen Zustand waren, so stellt die Contraction eine geleistete Arbeit dar von 186,120 Fusstonnen für jede Tonne Materiales der sphärischen Rinde zwischen dem Radius der schmelzflüssigen und dem Radius der jetzigen Erde.

176. Der Theil der ungeheuren Kraft, der nicht als ausstrahlende Wärme verloren ging, wurde wie wir gesehen haben, als Arbeit in der Umbildung der Kugel geleistet, es wurde hierdurch die dünnere Kruste gefalten und die Gebirgsketten durch tangentiale Pressungen erhoben.

177. Endlich kommen wir zu dem gegenwärtigen Zustande unserer Erde: die primitive Kraft ist fast ganz er-

Digitized by Google

schöpft, aber dennoch bleibt noch genug übrig (man könnte es Hefe oder Asche nennen), um uns das wunderbare Werk der vulkanischen Thätigkeit zu unterhalten.

178. Die Erde ist noch eine erkaltende Kugel. Ob wir nun Elie de Beaumont's Werthe (0,0065) für die Dicke der die ganze Erde bedeckenden Eisschicht annehmen, die zu Wasser von 32° durch die jährlich von der Erde ausgestrahlte Wärme geschmolzen werden könnte, oder die Werthe, die Thomson (0,0085) oder J. D. Forbes (0.007 Mm.) geben, das Resultat wird sein, dass 575—777 Kubikmeilen Eis zu Wasser von 32° geschmolzen uns den jährlichen Wärmeverlust unserer Erde zu jetziger Zeit darstellen.

179. Aus der Annahme, dass unsere Erde aus einer sehr hohen Temperatur erkaltete und noch erkaltet, folgt nothwendig, dass in einer weit zurückliegenden geologischen Epoche, als die jetzige vulkanische Thätigkeit ihren Anfang nahm, gleichgültig ob das vor oder nach der Secundärepoche gewesen sein mag, der jährliche Wärmeverlust ein noch grösserer gewesen sein muss und um so grösser, je weiter wir zurückgehen und dass er also damals jedenfalls 777 Kub. Meilen per Jahr überschritten haben muss.

Wir wollen gleichwohl die Zahl Thomson's annehmen, die der Wahrheit vielleicht am nächsten kommt. Wenn die latente Wärme schmelzenden Eises = 143° Fahr. und wenn der Kub.-Fuss Eis 57.6 Pfd. wiegt, so haben wir 143° × 57.6 = 8237° Wärme in einem Kub. Fuss geschmolzenen Eises. Wir haben aber auch schon gefunden, dass die Wärme die bei der Zermalmung eines Kub.-Fusses eines mittleren Gesteines zu Pulver entwickelt wird = 6472 Britische Wärmeeinheiten. Daher erfordert ein Kub.-Fuss Eis 1,27 Kub.-Fuss zermalmten Gesteines, um zu schmelzen.

Würde daher die ganze Summe der jährlich durch die Erde verlorenen Wärme durch Zermalmung von Gesteinsmasse bei der Contraktion der Rinde hervorgebracht (was ganz gewiss nicht der Fall ist), so würden dazu nur 777 × 1.27 = 987 Kubikmeilen zermalmten Gesteines nöthig sein.

188. Es scheint das eine grosse Menge zu sein; je-

Digitized by Google

doch mit der Masse der Erde verglichen ist sie verschwindend. Wenn wir z. B. annehmen, dass all diese Gesteinsmasse innerhalb einer festen Rinde zermalmt würde, die nur den vierten Theil der ganzen Erdkugel ausmacht, so ist es weniger als der 65 Millionste Theil des Volumens dieser sphärischen Rinde, und wenn wir die Masse gleichmässig über die Erdoberfläche ausbreiten, würde sie nur eine Haut bilden. Es würde daher durchaus nicht unglaublich erscheinen, wenn wir die Annahme machen wollten, dass der ganze Betrag der jährlich von der Erde verlorenen Hitze durch die Zermalmung von Gesteinen in der Erdkruste durch die Wirkungen der Contraktion aufgebracht, würde. Auch würde, wie der Verfasser glaubt, das Maass der jährlichen Contraktion, welches der zu liefernden Wärmemenge entsprechen würde, nicht unannehmbar sein. Gleichwohl ist es gewiss, dass die Gesammthöhe der Wärme, die jährlich durch die Erde verloren wird, nicht aus dieser Quelle stammen kann, sondern nur ein kleiner Theil davon, weil die verlorene Wärme die Ursache der Contraktion ist.

181. Durch die Erscheinungen der Wärmezunahme nach dem Erdinnern, verwirrend wie sie sind, scheinen wir zu dem Schlusse gezwungen, dass weitaus der grösste Theil des jährlichen Wärmeverlustes unserer Erde von dem erkaltenden Kerne an die Oberfläche gelangt. Diese erreicht die Oberfläche allenthalben, wenn auch in verschiedenen Graden, während vulkanische Thätigkeit auf schmale Linien beschränkt ist, die durchaus gesondert über die Erdoberfläche zerstreut liegen und nur sehr geringe Wärme durch Leitung nach den Seiten abgeben. Die sphäroidale Welle der Wärme, die constant vom Kerne zu der Oberfläche übergeht, wird überall von dem trockenen Land durch Ausstrahlung abgegeben, sie wird dazu verbraucht, das Wasser des Oceans zu erwärmen und hilft dazu, in demselben Strömungen hervorzubringen und wird theilweise durch die thermalen Quellen, die kalt von der Oberfläche eingedrungen sind, wieder heraufgebracht (siehe Anhang A).

182. Contraktion ist die nothwendige Folge dieser constanten Erkaltung (und die stärkste im Kerne, der

Digitized by Google

wärmer ist und bei einer gegebenen Erkaltung am meisten sich contrahirt). Damit zugleich aber erfolgt die Zermalmung im Inneren der Kruste, sowie diese dem einschrumpfenden Kerne folgt, und durch die bei der Zermalmung geleistete Arbeit wird eine sichere Quelle der Wärme geliefert, deren Höhe nachweislich ausreichend sein muss, soll es die wirkliche Quelle des Vulkanismus sein.

Wir wollen nun also den Versuch machen, dieselbe zu schätzen, ob sie ausreichend ist oder nicht, soweit uns unsere Kenntniss von der Gesammtheit der vulkanischen Thätigkeit auf unserer Erde dieses gestattet.

183. Vulkanische Kraft wird im Allgemeinen, so weit wir davon wissen, auf dreierlei Art auf unserer Erde verwendet:

1. Wärme wird in Erhebungs- und Auswurfsarbeit umgewandelt.

2. Wärme wird zum Schmelzen oder zur Erhitzung von festen Auswurfsmassen verwendet.

3. Wärme wird in der Form von Dampf etc. an den vulkanischen Ausbruchstellen verzehrt und ausgestrahlt.

184. Würde der Verfasser das Glück gehabt haben, seine beabsichtigten pyrometrischen Bestimmungen der wirklichen Temperatur tief im Krater des Vesuv zu Ende zu führen (Versuche, welche die Royal Society einige Jahre früher unterstützte, die aber die plötzliche Aenderung im Zustande des Vulkanes abschnitt), so würde dadurch eine sicherere Schätzung, als die nun folgende vorbereitet worden sein.

185. Alle vulkanischen Kegel unserer Erde können im Durchschnitt einem festen Kegel von 1 Meile Höhe und 5 Meilen Basis gleichgestellt werden; viele sind weit niedriger und die Mehrzahl erreicht diese Höhe nicht; alle höchsten Kegel, so der Cotopaxi u. a. stehen auf erhobenen Plateau's von nicht vulkanischen Gesteinen oder mit nur einer dünnen Bedeckung von solchen auf und haben daher in Wirklichkeit nur eine absolute Kegelhöhe von ca. 5000′. So steht der Cotopaxi auf der Ebene von Quito, die 9000′ üb. d. Meer liegt. Antisana und noch zwei oder drei andere Kegel auf der ganzen Erde scheinen allein Ausnahmen

Digitized by Google

zu machen; aber immerhin ist es fraglich, ob die Kegel wirklich in ihrer ganzen Höhe üb. d. Meer stehen. Jedenfalls ist die Zahl der Kegel, die eine absolute Höhe von 10000′ besitzen klein und kann die obige durchschnittliche Annahme nicht wesentlich beeinträchtigen.

186. Das Volumen eines solchen Kegels (5 Meilen Basis × 1 Meile Höhe) ist 6.54 Kubikmeilen. Da alle vulkanischen Kegel blosse Aschenhaufen sind, Massen von Asche, Lapilli und Schlacken, mit denen verglichen die festen Lavamassen nur untergeordnet erscheinen, so können wir das specifische Gewicht ihres Materiales nicht wohl höher als 2,0 annehmen oder der $^{5}/_{100}$ Theil einer Tonne per Kubikfuss. Wir haben dann in einem solchen Kegel 48,133,730,304 Tonnen: um diese auf die Höhe des Gravitationscentrums des Kegels oder auf 0,25 Meile über seiner Basis zu erheben, bedarf es: 63.536,524,001 Fusstonnen; und da auf eine Fusstonne ungefähr 3 Britische Wärmeeinheiten kommen, so erhalten wir durch Division mit dem Obigen: 21,178,841,333,760 Britische Wärmeeinheiten als Aequivalent der Arbeit. Wir haben gesehen, dass ein Kubikfuss zermalmten Gesteines 6472 solche Einheiten liefert, durch Division erhalten wir daher, dass 3,272,370,686 Kubikfuss zermalmten Gesteines diese Arbeit leisten: das ist $^{1000}/_{4498}$ oder weniger als $^{1}/_{45}$ einer Kubikmeile zermalmten Gesteines leistet die Arbeit der Erhebung von der Basis des Kegels an; oder wenn wir annehmen, dass derselbe von 10 Meilen unterhalb emporgehoben worden sei, so erfordert das dann $^{40}/_{45}$ oder weniger als 1 Kubikmeile zermalmten Gesteines.

187. Mit Rücksicht auf die Arbeit der Erhitzung und Schmelzung, zeigen die überall an Vulkanen gemachten Beobachtungen, dass nur ein ganz kleiner Theil ihrer totalen Masse vollkommen geschmolzen war, der Rest ist nur erhitzt worden. Es bleibt vielleicht unter der Wahrheit, anzunehmen, dass auf 20 Volumina solcher erhitzten Massen (Asche, Lapilli, Schlacken) nur ein Volumen geschmolzener Lava komme (11). Die ganze Menge dieses Materiales, ehe es der vulkanischen Hitze ausgesetzt wurde, war in der Temperatur, die der Tiefe

Digitized by Google

seines Ortes entspricht, bereits vorhanden. Wir können diese Temperatur einmal auf über 300 Fahr. schätzen, die Temperatur, die etwa einer Tiefe von 15—20,000' entsprechen dürfte, und annehmen, das bloss erhitzte Material sei bis zu 1000° Fahr. (dem Schmelzpunkte des Silbers), das geschmolzene Material auf 2000° Fahr. (dem Schmelzpunkte des Gusseisens) gebracht worden.

188. Es folgt dann aus der Gleichung 6, dass 1 Kubikmeile zermalmten Gesteines 0,262 Kubikmeile des erhitzten Materiales auf diese Art in der Temperatur erhöhen wird, oder dass sie 0,108 Kubikmeile des geschmolzenen Materiales schmelzen wird, wenn die specifische Wärme für alle als die gleiche angenommen wird.

Aus den Verhältnissen von Asche und Schlacke zu Lava, wie sie oben angenommen wurden, erhalten wir dann als Resultat, dass 1 Kubikmeile zermalmten Gesteines die nöthige Wärme liefern wird, um 0,255 Kubikmeile des gemischten, erhitzten und geschmolzenen Materiales eines vulkanischen Kegels zu liefern, oder dass 3.92 Kubikmeilen zermalmten Gesteines nöthig sind für jede Kubikmeile vulkanischer Kegel.

Daher erfordert dieser Kegel von dem im Vorhergehenden angenommenen Volumen von 6.54 : 6.54 × 3,92 = 15.636 Kubikmeilen zermalmten Gesteines für die nöthige Wärme.

Diese Zahl müssen wir zu der Erhebungsarbeit 0,888, die wir vorher gefunden haben, hinzuaddiren, das giebt 16.524 Kubikmeilen zermalmten Gesteines.

189. Wir haben nun noch den unter 3. § 183 aufgeführten Wärmeverlust zu schätzen. Nach der im Durchschnitt niedrigen Leitungsfähigkeit des Gesteinsmateriales (vielleicht nicht $^1/_{30}$ von der des Silbers) kann der Verlust an Wärme durch Leitung zu den Wänden des vulkanischen Heerdes und Schlotes als unmerklich angenommen werden. Die eigentliche Quelle des Wärmeverlustes ist in der Bildung von Dampf zu sehen, soweit derselbe keine wirkliche Theilnahme weder an der Aufschüttung noch an dem Auswurf über den Krater zeigt.

190. Wir haben nur Daten zu einer wahrscheinlichen

Digitized by Google

Schätzung der Summe dieses Wärmeverlustes. Es mag dabei bemerkt sein, dass die Quellen des Verlustes an wirklicher Dampfkraft hier nicht denen bei einer Dampfmaschine gleichen. Bei diesen ist, wie Hirn gezeigt hat, nur eine Einheit Wärme vernutzt auf 9 Wärmeeinheiten Verlust. Eher können hier die Verhältnisse der Schiesspulvergase in einem Geschütze zum Vergleiche gelten, die z. T. unverbraucht ausgestossen werden; der hierbei vorkommende Kraftverlust ist durch Schiessversuche als erheblich kleiner erkannt worden. Wir können daher hier annehmen, dass die doppelte Menge der in der Aufschüttung vernutzten Wärmeeinheiten verloren geht oder also, dass dreimal so viel Kraft wirklich verbraucht wird, als zur Aufschüttung nöthig war, oder also $3 \times 0{,}888 = 2.664$ Kub. M. zermalmten Gesteines.

191. So ist zum Aufbau, zum Erwärmen, Schmelzen und Wärmeverlust an einem vulkanischen Kegel von den angenommenen Dimensionen zusammen eine Arbeit von 18,3 Kub. M. oder rund 18 Kub. M. zermalmten Gesteines nöthig.

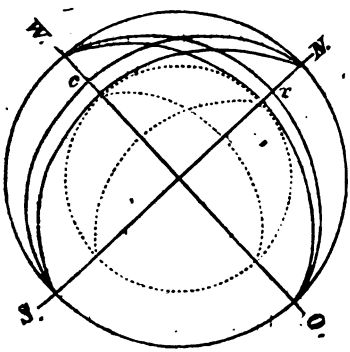
192. Nun giebt es ungefähr 400 bekannte vulkanische Kegel auf unserer Erde (eine Zahl, die Humboldt und andere Autoritäten annehmen); wenn wir für alle die obige Durchschnittsgrösse annehmen, so finden wir, dass $400 \times 18 = 7200$ Kub. M. zermalmten Gesteines zu ihrer Bildung genügt haben würden.

193. Somit erscheint es richtig, dass wenn die gesammten 987 Kubikmeilen zermalmten Gesteines, welche den jährlichen Wärmeverlust unserer Erde ausdrücken, alle auf vulkanische Thätigkeit verwandt würden, dieselben hinreichen würden, um alle vulkanischen Kegel auf der Erde in weniger als acht Jahren zu bilden. Zehntausende von Jahren sind in Wirklichkeit über deren Bildung vergangen, daraus erkennen wir, wie gering die während eines Jahres auf vulkanische Arbeit verwendete Kraftmenge sein muss.

Wenn wir nun den Erddurchmesser auf 7912 Meilen annehmen und zwei sphärische Monde rechtwinklig auf-

Digitized by Google

Fig. 11.



einander construiren, N c S und W x E Fig. 11 jede von 180° Sehnenlänge, einer radialen Tiefe von 11 Meilen und an den Enden N S und W E ohne Dicke, so würden diese bei einer Breite von nur 255 Fuss am Aequator resp. am Pole an Volumen den vorhin gefundenen 7200 Kubikmeilen gleich sein. Eine nur in zwei grössten Kreisen an der Oberfläche sich vollziehende circumferentielle Contraction von nicht über 255' auf 25,000 Meilen Umfang eines grössten Kreises genügt dann, um das Volumen zermalmten Gesteines innerhalb der ersten 10 Meilen unter der Oberfläche zu liefern, und es bedarf einer weit geringeren Contraktion, wenn wir die Dicke der Erdkruste auf 100 oder gar 800 Meilen annehmen wollten. Diese zermalmte Gesteinsmasse wird aber dem Volumen der Erde nicht entzogen, sondern nur von unten an die Oberfläche gebracht.

Die genannten 400 vulkanischen Kegel stellen aber in Wirklichkeit die Gesammtheit der vulkanischen Thätigkeit nicht ganz dar, die seit der Tertiärepoche oder seit einer noch früheren Zeit, wir wissen nicht seit wann, stattgefunden hat, aber wenn wir dieselbe auch nur auf wenige Tausend Jahre ausdehnen, so erkennen wir, welch' ein ausserordentlich geringes Maass von jährlicher Zermalmungsarbeit nöthig erscheint, um für diese Phänomene auszureichen.

Es ist nicht wahrscheinlich, dass zukünftige Erforschungen die Zahl der bekannten, erloschenen, ruhenden oder thätigen Vulkane um ein erhebliches vermehren werden. Afrika, der einzige noch nicht allgemeiner genau durchforschte Continent, scheint im Innern nur wenige, vielleicht gar keine Vulkane zu besitzen. Borneo, Neu-Guinea und der antarktische Continent mögen ihrer wenige enthalten; aber unwahrscheinlich ist es, dass zu d schon bekannten noch 10% hinzukommen sollten.

Digitized by Google

Andererseits ist es auch wenig wahrscheinlich, dass es viele submarine Vulkane geben solle, vielleicht gar keine über den ganzen weiten Boden des Oceanes, dafür sprechen Gründe, die hier nicht weiter ausgeführt werden können. Nur eine vulkanische Zone ist unter dem Atlantischen Ocean entdeckt worden, der nun schon Jahrhunderte hindurch fortwährend von Schiffen befahren wird.

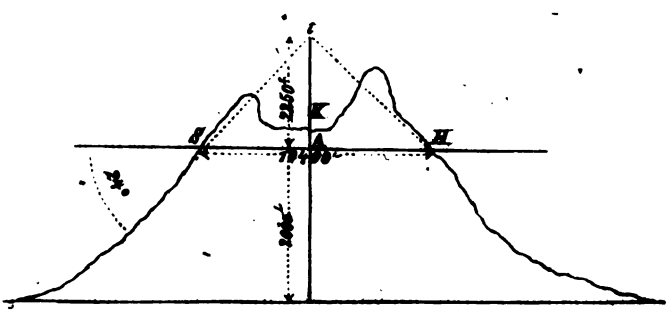
In den seichten Tiefen der pacifischen Küste des amerikanischen Continentes giebt es deren zweifellos wohl einig e.

Gleichwohl wollen wir annehmen, um Spielraum und Maass nicht zu enge zu greifen, dass zu den schon bekannten Vulkanen noch einmal ihre Hälfte hinzukommen werde, dass also ihre Zahl 600 anstatt 400 betrage, für 7200 Kubikmeilen zermalmten Gesteines hätten wir dann 10,800 Kubikmeilen nöthig. Auch dieses Volumen erscheint noch vollkommen unbedeutend, wenn es über das ganze Volumen der 800 oder auch nur 100 Meilen dicken Erdrinde vertheilt wird und wenn es über die ganze unbekannte Zeitdauer vulkanischer Thätigkeit überhaupt ausgedehnt wird.

195. Wir können den Gegenstand noch in einer andern Weise erläutern, wenn wir als Grundlage einen der bestgekannten Vulkane, den Vesuv, annehmen und die jährliche vulkanische Thätigkeit der gesammten Erde nach dem seinen zahlreichen Eruptionen entsprechenden Maassstabe schätzen.

Nehmen wir an, der ganze Kegel des Vesuv oberhalb

Fig. 12.



Digitized by Google

der Eremitage oder über dem Atrio del Cavallo A, dieses zu 2000′ Seehöhe angenommen, sei seit dem Jahre 79 n. Chr. bewegt und umgebaut worden. Das ist jedenfalls eine zu hohe Annahme und geht über die Schätzung von Prof. Phillips (Vesuvius S. 248—49), denn sie nimmt keine Notiz von dem Theile der Somma S und dem Reste des alten Berges an der Seeseite H, der Pedamentina. Nehmen wir an, diese seien an Volumen allen seit 79 geflossenen Lavaströmen und ausgestreuten Aschenmengen gleich, deren Gesammtvolumen doch wohl nur geringer gewesen sein kann, als die Masse der Somma vom Punto del Naso abwärts bis zur Eremitage (12).

Den Winkel dieses angenommenen Kegels StH nehmen wir nach Scrope und nach des Verfassers eigenen Messungen am Neigungswinkel der Somma beim Atrium auf 24° an, die ganze Höhe des Vesuvgipfels t auf 4250′ was für den angenommenen Kegel 2250′ ergiebt, und den Durchmesser der Basis gleich 10,400′, oder der Einfachheit wegen 10,560′ = 2 engl. M. Da die Höhe gleich 0,426 M., so haben wir 0,446 Kub.-M. für das Volumen des Kegels. Nehmen wir an, dass dieses ganze Volumen dreimal während der letzten 1800 Jahre vollständig weggeblasen und wieder aufgeschüttet worden sei, dann stellt uns 1.338 Kub.-M. geschmolzenen, erhitzten und gehobenen Materiales den Nutzeffekt des Vulkanes in der genannten Periode dar.

196. Wenn wir ferner annehmen, dass die Arbeit nicht in Paroxysmen sich geäussert habe (wie es in der That bei jedem Vulkane der Fall ist), sondern dass sie gleichmässig über die 1800 Jahre vertheilt gewesen sei, so haben wir $\frac{1.338}{1800} = 0.000743$ Kub.-M. per Jahr, oder 109,368,114 Kubikfuss per Jahr, 2000′ über See bis zum Fusse des Kegels und noch einmal $^1/_4$ der 2250′ bis zum Gravitätscentrum des Kegels selbst emporgehoben.

Wenn wir, wie vorher, das Gewicht des Materiales auf $^1/_{20}$ Tonne per Kubikfuss annehmen, so haben wir als Ausdruck der Erhebungsarbeit 14,010,053,610 Fusstonnen = 4,831,022,974 Britische Wärmeeinheiten. Wenn wir diese durch die Wärmeeinheiten in einem Kubikfuss zer-

Digitized by Google

malmten Gesteines wieder wie vorher dividiren, so erhalten wir 746,481 Kubikfuss, oder weniger als $^1/_{200,000}$ Kubikmeile zermalmten Gesteines als nöthig, um die aufhebende Kraft des Kegels jährlich zu liefern. Wenn wir annehmen, dass dabei die doppelte Zahl der Wärmeeinheiten, die wirklich nutzbar wurden, noch verloren gingen, so haben wir für die gesammte Arbeit 0.000015 Kubikmeilen zermalmten Gesteines, aber wie vorher nehmen wir die Höhe der geschehenen Hebung auf 10 Meilen an, also 21 × die oben genannte, nur von der Seehöhe bis zum Gravitationscentrum des Kegels gemessene.

Daher erhalten wir für die gesammte Arbeit des Kegelaufbaues durch Hebung, Erhitzung und Schmelzung unter der vorherigen Annahme, dass 3.92 Kubikmeilen zermalmten Materiales je einer Kubikmeile des Materiales der vulkanischen Kegel entsprechen:

Gesammtarbeit an Aufbau und Verlust . 0.000315.
Arbeit der Erhitzung und Schmelzung von 0,000743 Kubikmeilen Material 0.00291

Summe von zermalmtem Gesteine in Kubikmeilen per Jahr . . . . . 0.000606.

197. Nun ist die Gesammtzahl der bekannten thätigen Vulkane auf unserer Erde, wie Humboldt und Andere sie angeben = 270, nehmen wir sie auf 300 an und ferner, dass alle, klein und gross, so thätig seien wie der Vesuv, und dieselbe Durchschnittsmenge von erhitzten, geschmolzenen und ausgeworfenen Massen jährlich producirten, wie dieser. Beide Annahmen sind gewiss zu hoch, wenn wir bedenken, wie viele sehr kleine Vulkane z. B. wie der Stromboli zwar stets thätig sind, deren Auswurfsmassen aber in einem Jahre durch die ganze historische Zeit hindurch stets unbedeutend gewesen sind im Verhältnisse zu den Produkten der wenigen grösseren Vulkane, und wenn wir zudem die langen Perioden der Unthätigkeit der meisten Vulkane in Betracht ziehen. Wie viele der thätigen Vulkane im Durchschnitte jährlich eine Eruption haben, wissen wir nicht; es mag gewiss wiederum zu hoch gegriffen sein, dass jeder dritte jährlich in Thätigkeit angenommen wird. So würden 100 Kegel immer in Thä-

Digitized by Google

tigkeit sein, und zwar in dem gleichen Maasse, wie wir diese Thätigkeit für den Vesuv angenommen haben, der anerkannter Maassen einer der am häufigsten thätigen Vulkane auf der Erde ist.

Dann erhalten wir also als Endresultat $\frac{300 \times 0{,}000606}{3}$ = 0,0606 Kub.-M. zermalmten Gesteines per Jahr, eine Menge, die jedenfalls einen bedeutenden Ueberschuss gegen die wirkliche jährliche vulkanische Thätigkeit darstellt.

198. Es mag noch eine andere Art der Schätzung angewendet werden. Im Folgenden sind einzelne der grössten Lavaströme zusammengestellt, deren approximative Volumschätzung versucht worden ist.

Gravenoire	57	Million Kub. Metres
Pariou	33	„ „
Mont Sineire	172	„ „
Côme	344	„ „

Es sind alles Kegel der Auvergne, wie sie von Lecoq in seinen Epoques geol. de l'Auvergne T. IV aufgeführt werden. Die grosse Unsicherheit in der Schätzung des Kubikinhaltes eines Lavastromes wird dort gleichfalls betont und die Zahl für den Côme als sehr zweifelhaft bezeichnet.

Skaptar Jökul Strom von 1783 = 1640 Mill. K. Metres (Voyage en Islande). Eine andere Angabe desselben Werkes führe ich nicht an, da sie auf durchaus trügerischen Daten beruht; darnach sollte ein Strom die ganze Masse des Mont Blanc an Volumen übertroffen haben (13).

Etna: Strom von 1669=600 Millionen Kub. Metres, nach Borelli, aber nach sehr ungenügenden Daten.

Mr. Cordier (Essai sur la Temperature de l'Interieur de la Terre) kommt nach einer Discussion einiger der grössten Lavaströme, darunter auch die obigen, deren Unsicherheit er zugibt, zu dem Schlusse, dass wohl das äusserste Volumen eines Lavastromes, von dem wir irgend Kenntniss haben, nicht über 1000 Millionen Kub. Metres hinausgegangen sei.

Das gilt nur für Lavaströme eigentlicher Vulkane und schliesst die ungeheuren Hervorquellungen (épanche-

Digitized by Google

ments) von Basalt und Trachyt oder anderer älterer Laven aus, die einer früheren Periode angehört haben, als der jetzigen, durch explosive vulkanische Erscheinungen charakterisirten. Solche Ströme sind z. B. in Californien bekannt, ihre Grösse lässt auch die grössten vulkanischen Ergiessungen nur zwerghaft erscheinen.

Der Verfasser hält alle im Vorhergehenden angeführten Zahlen, einschliesslich der von Cordier, für zu hoch, jedoch wollen wir Cordier's Volumen annehmen. Wir wollen ferner annehmen, dass zu diesen 1000 Millionen Kub. Metres geschmolzenen Materiales noch einmal die hier angenommene Menge loser, nicht geschmolzener, sondern nur erhitzter Masse hinzukomme: also zwanzig Mal das Volumen der Lava und ferner, dass das Ganze aus einer Tiefe von 10 Meilen und noch bis zu einer Höhe von 5280' (= 1 Meile), also höher wie der Gipfel des Hekla, heraufgebracht worden sei und dass endlich wieder, wie vorher, doppelt so viel Arbeit vorloren gehe, als nutzbar gemacht werde: d. h. also, dass drei Wärmeeinheiten die Arbeit von nur einer leisten.

Dann erhalten wir folgende Resultate: Wenn 1.307 Kub.-Elle gleich ist 1 Kub.-M., so erfordern 1000 Millionen Kub.-M. = 1307 Millionen Kub.-Ellen, von 300° zum Schmelzen gebracht 9.9 Kub.-Ellen oder nahezu 10 Kub.-Ellen zermalmten Gesteines für jede geschmolzene Kub.-Elle, oder = 10 × 1307 = 13070 Kub.-Ellen von zermalmtem Gesteine.

Für das blos erhitzte Material, welches also von 300° nur auf 1000° gebracht wird, haben wir 20 × 1307 = 26,140 Millionen Kub.-Ellen, für jede Kub.-Elle erhitzten Gesteines 3.8 Kub.-Ellen zermalmten Gesteines, gibt: 3.8 × 26140 = 993320 Millionen Kub.-Ellen zermalten Gesteines.

Dazu noch die Arbeit des Emporbringens. Die Kub.-Elle zu 1.2 Gewicht angenommen oder 1.2 × (993320 Millionen + 13070 Millionen =) 1006390 Millionen emporgebrachter Tonnen und wenn 3° = 1 Fuss-Tonne $\frac{1006390 \text{ Millionen}}{3}$ = 335463 Millionen Wärmeeinheiten, um dieselben 1' hoch zu heben, wenn wir nun durch die 6472 Wärmeeinheiten

Digitized by Google

in der Volumeinheit des zermalmten Gesteines dividiren, so verlangt dann eine Emporhebung um 1' ein Volumen von 30.3 Kub.-Elle zermalmten Gesteines, oder $50.3 \times 5280 = 265484$ Millionen Kubik-Ellen um 1 Meile, oder 11mal so viel um die 11 Meilen emporzubringen, im Ganzen also 2921424 Millionen Kub.-Ellen zermalmten Gesteines. Dann haben wir für verbrauchte Wärme noch das Doppelte hiervon = 5852848 Millionen Kub.-Ellen zermalmten Gesteines.

Wenn wir nun die Resultate summiren, erhalten wir:

Schmelzarbeit	13070	Million	Kub.-Ellen
Erhitzungsarbeit	993320	„	„
Erhebungsarbeit . . .	2921424	„	„
Verlorene Arbeit . . .	5842848	„	„
Summe in Kub.-Ellen zermalmten Gesteines	9770662	„	„

Das durch die Kub.-Ellen einer Kub.-Meile $= 1760^3$ dividirt oder

$$\frac{9770662 \text{ Millionen}}{5451776000} = 1792 \text{ Kub.-Meilen}$$

von zermalmtem Gestein, um die ganze Arbeit zu leisten.

Der Wärmeverlust unserer Erde (in zermalmtem Gestein) könnte diese Summe in weniger als zwei Jahren aufbringen. Aber solch' eine Eruption, wenn sie jemals in diesem Maassstabe vorgekommen ist, kommt dann doch vielleicht nur alle hundert Jahre einmal vor. Es ist das aber nur der $\frac{1}{16285}$ Theil des Aequivalentes von zermalmtem Gestein für die jährlich durch unsere Erde verlorene Wärme, von der wir gesehen haben, dass sie gleich ist 777 K. M. von geschmolzenem Eise oder 987 K. M. von zermalmtem Gestein (992 K. M., wenn wir das Gewicht eines Kubikfusses Eis auf 37.8 Pfd. ansetzen). Das Volumen an jährlich zu zermalmenden Gesteinen, wie wir es in der vorhergehenden Schätzung fanden, ist also vollkommen unbedeutend, verglichen mit dem Volumen einer 800 oder auch nur 100 Meilen dicken Kruste.

199. Endlich aber ist es auch klar, dass wenn auch unsere Schätzungen erloschener oder noch bestehender vulkanischer Thätigkeit auf unserer Erde so sehr unter

Digitized by Google

der Wahrheit blieben, dass die zehnfache Menge zermalmten Gesteines zu derselben nöthig wäre, dass wir dann doch noch einen weiten Vorrath von Kraft in dem jährlichen Wärmeverluste unserer Erde besäsen, auch wenn wir den grösseren Theil derselben als durch Ausstrahlung in den Weltraum verloren gehend bei Seite liessen.

200. Das so zermalmte Gestein überträgt einen Theil seiner eigenen Masse aus einer grösseren oder geringeren Tiefe an die Erdoberfläche und befreit die Höhlungen, aus denen es austritt, von so viel Masse, dass dadurch die Umschliessung und Anpassung an die Gestalt des einschrumpfenden Kernes der äussern Schale möglich wird. Die Masse ist nur übertragen, nicht verloren, und diese Uebertragung kann auf die Länge des Tages keinen Einfluss üben, auch wenn ihre Masse viel bedeutender wäre.

Auch wird das ganze Volumen zermalmten Gesteines nicht nothwendig ausgeworfen, an manchen Stellen mag im Gegentheile dasselbe wieder in situ erkalten und wieder zu festem Gesteine erstarren.

201. Gleichwohl hält der Verfasser dafür, dass ein beträchtlicher Theil wirklich ausgeworfen wird und das ist in Wirklichkeit die Funktion oder letzte Ursache in dem Gange der vulkanischen Erscheinungen. Darin liegt das Mittel, wodurch eine sich zusammenziehende Rinde nach und nach, wenn auch plötzlich und stossweise, so doch im Ganzen harmlos, dem unter ihr durch Einschrumpfen weichenden Kerne folgen kann. Wäre es nicht zur Unterhaltung der grossen Maschine nöthig, oder wäre die feste Kruste so starr und so geartet, dass ihre Theile nicht lokal zusammengequetscht und die zerquetschte Masse an die Oberfläche gebracht werden könnte, so würden die grossartigsten Paroxismen und Convulsionen, vielleicht nach langen Zwischenräumen eintreten und vielleicht den ganzen Haushalt an der Erdoberfläche umstürzen, auf welchem die Existenz des organischen Lebens unserer Zeit beruht.

Und, selbst die in dieser Schätzung liegenden Fehlerquellen im vollsten Maase zugegeben, glaubt der Verfasser doch, dass er bis zu einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit nachgewiesen hat:

Digitized by Google

1) Dass die Zermalmung der festen Erdrinde ein hinlänglich hohes Maass von Kraft liefert, um die terrestrische vulkanische Thätigkeit daraus herzuleiten und 2) dass die nöthige Menge von zermalmtem Gesteine innerhalb der Grenzen bleibt, welche als der durch säkulare Erkaltung geschehenden Contraktion entsprechend gelten können.

Wenn dem aber so ist, so kann die so beschriebene Ursache mit Wahrscheinlichkeit für die Quelle der bestehenden vulkanischen Thätigkeit gelten und das wird dann bei einer Vergleichung aller oder einiger der Bedingungen, die wir als aus einer solchen Zermalmung, die lokal innerhalb der Erdkruste erfolgt, hervorgehend hinstellen können, mit einigen der bestgekannten Beobachtungen an den Vulkanen selbst, zu denen wir nunmehr übergehen, sich nothwendig ebenfalls ergeben.

202. Ein erstes Charakteristikon der hier vorgetragenen Ansicht über vulkanische Thätigkeit ist darin zu sehen, dass dieselbe nur als eine Phase einer einzigen, stets in Wirksamkeit gewesenen Kraft anzusehen ist, einer Kraft die an Intensität allerdings immer abnahm, seit unser Planet im gasförmigen Zustande war.

Unsere Ansicht führt keine kühnen Hypothesen in sich, die sich entweder auf Reaktionen des Innern gegen die Oberfläche, auf innere Spannungen unbekannter Gase, oder auf gänzlich unbewiesene chemische Vorgänge im Innern stützen.

Sie verlangt nur eine immer fort erkaltende Kugel, die den Gesetzen der Gravitation unterworfen ist und auf Grundlage dieser beiden nicht wohl zu leugnenden Prämissen vereinigt sie die Bildung von Land- und Meeresbecken, die Erhebung der Gebirgsketten und die noch fortbestehende vulkanische Thätigkeit als die sich folgenden Wirkungen der beiden Kräfte: Erkaltung und Schwere. Einfachheit ist das Zeichen einer jeden Hypothese, auf der eine richtige Deutung der Erscheinungen in der Natur zu fussen vermag.

203. Die lange herrschende Ansicht der Geologen, dass vulkanische Wärme und explosive Dampfkraft durch ein Eindringen des Wassers von der Oberfläche durch eine sehr dünne Kruste hindurch bis zu einem gemeinsamen

Digitized by Google

feurigen Kerne bewirkt werde, ist nur so lange haltbar, als man eben eine so dünne Kruste (wie etwa 30 — höchstens 50 Meilen) annehmen darf, diese aber ist mit den beobachteten thermalen Bedingungen auf und in der Erde nicht zu vereinbaren (14). Wenn wir aber eine sehr viel dickere feste Kruste annehmen von vielleicht 300—800 M., so erscheint es unglaublich, dass das Wasser der Erdoberfläche je seinen Weg durch solche Tiefen eines dichten Materiales hindurch bis zum flüssigen Kerne finden solle. Ohne Wasser aber gibt es keinen Vulkan, da alle Parteien im Dampfe das Ausbruchsagens erkennen. Die ganz unbewiesene Hypothese von Schaler zu Boston (Proc. Bost. Nat. Hist. Soc. 1866), dass eine flüssige, sphärische Zone zwischen einem festen Kerne und einer festen Kruste vorhanden sei und die Theorie Hopkin's, dass isolirte unterirdische Lavabecken in einer sonst festen Rinde sich fänden, heben die Schwierigkeiten, soweit sie die Mitwirkung des Oberflächenwassers betreffen, nicht auf. Ihrer Annahme aber stehen die unüberwindlichsten Einwürfe entgegen.

204. Schaler's Erdkern muss sich in Bezug auf seine Lage in schwankendem Gleichgewichte befinden. Einwürfe gegen Hopkins' Lavenseen sind schon hervorgehoben worden. Sowohl diese Seen, als auch die flüssige Zone liegen viel zu tief, um mit dem Wasser der Oberfläche in Communication zu stehen. Wenn aber eine solche Communication einmal als feststehend gelten kann, so ist ein Grund nicht wohl zu finden, warum eine vulkanische Eruption, die so zu Stande kommt, ihr Ende finden soll, ehe entweder die grenzenlose Mitwirkung des Wassers gleichfalls geendet oder das flüssige Lavabecken vollständig ausgepumpt sein solle.

205. Auch ist nicht wohl einzusehen, warum die Lava an einer vulkanischen Ausbruchsstelle, die also aus demselben Reservoir, sei es nun die flüssige Zone oder ein Lavasee heraufkommt, nicht immer die gleiche sein solle. Alles deutet an, dass der wirkliche Heerd, in dem Feuer und Wasser kämpfen und vulkanische Thätigkeit erzeugen, in einer nicht sehr grossen Tiefe unter dem Vulkane selbst liege.

Die Richtungen der Stösse, die während einer Erup-

Digitized by Google

tion von Beobachtern, deren Standpunkt der Axe des Vulkanes nicht zu fern lag, wahrgenommen wurden, lassen darauf mit Sicherheit schliessen. Das Erregungscentrum dieser Stösse fällt im Ganzen mit dem vulkanischen Heerde zusammen. Wenn dieses also in einer grossen Tiefe läge, so müssten die Richtungen der Stosswellen rings um die Basis des Vulkanes und noch auf grosse Entfernungen hin nahezu vertikal erscheinen; eingestürtzte Gebäude etc. müssten erkennen lassen, dass sie durch eine plötzliche Kraft aufwärts geschleudert und dann wieder fallen gelassen worden wären in einer der verticalen möglichst nahen Richtung. So sind auch in der nächsten Nachbarschaft der Südamerikanischen und orientalischen Vulkane die Erscheinungen keineswegs. Die Stösse sind nahe der Basis weit eher horizontal als vertical und so ist es auch bei den am besten beobachteten europäischen Eruptionen.

206. Dafür kann jedoch der Verfasser einen direkten Beweis, gewonnen an einer der grössten europäischen Kegel beibringen. Im Jahre 1864, während er den Aetna erforschte, notirte und maass er die Richtungen der Mauerrisse, die in einer grossen Zahl von mehr oder weniger alten Kirchthürmen und andern Gebäuden durch die Erschütterungen der zu verschiedenen Zeiten sich folgenden Eruptionen entstanden waren.

Diese Beobachtungen wurden an verschiedenen Städten und Orten rings in einem weiten Bogen im Umkreise des Berges gemacht. In allen Fällen ergaben die Mauerrisse eine Stossrichtung, die nahe aus der Axe des Berges kam, aus einem Erregungscentrum, welches nicht viele Meilen unter dem Meeresniveau lag. Daraus lässt sich schliessen, dass der vulkanische Heerd nicht tief sei, wäre er 800 Meilen oder auch nur halb so tief, so müssten die Zerstörungen an Thürmen und Gebäuden einen ganz andern Charakter tragen und die verticale Stossrichtung hätte einer allgemeinen Beobachtung nicht entgehen können (15).

207. Wenn aber die vulkanischen Heerde in Seen oder in einer stetigen, sphärischen, flüssigen Lavazone lägen, so müssten sie ex hypothesi unter der starren Kruste, also in einer grossen Tiefe und zwar immer in derselben Tiefe liegen.

Digitized by Google

Wasser muss aber in diese Tiefe gelangen, mag sie noch so gross sein. Aber wenn wir auch die Möglichkeit seines Zutrittes annehmen, so ist schwer einzusehen, wie es, auch ohne Rücksicht auf die hohe Temperatur, zu einer grösseren Dichtigkeit comprimirt werden könnte, als der flüssige Lavasee, und wie es wohl mit dem letzteren sich durcheinander mischen oder unter denselben gelangen sollte, um ihn in einer aufgeblähten Form emporzutreiben und ihn durch Gänge oder Spalten von 500—800 M. Länge, mit verhältnissmässig kalten Wänden an die Oberfläche zu bringen.

208. Beobachtungen an verschiedenen Vulkanen deuten an, dass sie nicht alle aus gleichen Tiefen kommen; dieselbe müsste aber für alle fast die gleiche sein, wenn die vulkanischen Heerde in einer flüssigen Zone lägen, die bei der Erkaltung der übrigen Erde zurückgeblieben wäre, wie es sich Hopkins vorstellt.

209. Diese Schwierigkeiten verschwinden in unserer Theorie. Der Heerd der Wärme kann in jeder Tiefe liegen, weil auch die Zermalmung der festen Erdrinde in jeder Tiefe geschehen kann, die von der Dicke der Erdrinde und der Zone der grössten seitlichen Pressungen und des grössten Widerstandes gegen die Zermalmung abhängt. Im Allgemeinen muss die Tendenz der Zermalmung an sich in keine sehr grosse Tiefe unter die Oberfläche verlegt werden.

210. Die Zermalmung ist lokal, sowohl für Oberfläche als auch Tiefe; wo sie eintritt, sind die schwächsten Stellen der Erdrinde und dort sind die Spalten für den Zutritt des Wassers am günstigsten.

211. Das Resultat der Zermalmung ist die Produktion unregelmässiger Massen, mit einer Neigung zur vertikalen Bewegung. Diese Massen sind gepulverte Gesteine, mehr oder weniger hoch erhitzt, die sich bis zu jeder Tiefe in der festen Rinde ausdehnen können; aber nur in einer Tiefe, zu der noch Wasser eindringen und durch Capillarität infiltriren kann, darf der tiefste Heerd vulkanischer Thätigkeit gedacht werden.

Auch unterhalb dieser Tiefe mag es zermalmte und heisse Gesteine geben, aber sie bleiben ruhig, bis Wasser

Digitized by Google

sie erreichen oder bis Gase, durch chemische Thätigkeit entwickelt werden, die durch die hohe Temperatur eine gesteigerte ist. Wenn Wasser solch eine erhitzte Masse von zermalmtem Gesteine erreicht, findet es leicht den Weg durch die ganze Masse, die es absorbirt, wie glühender Sand Wasser aufnimmt. Dampf wird erzeugt, wenn die Zermalmungswärme hinlänglich hoch ist, um das zermalmte Gestein und das Wasser (unter dem Drucke der eigenen Säule und des Widerstandes der Canäle) bis zum Schmelzpunkte zu erhitzen. Aufgeblähte Lava entsteht und wird bei ausreichender Dampfspannnng ausgeworfen, indem sie den eigenen Ausgangsweg auf irgend einer präexistirenden Spalte beim Aufsteigen durch Einschmelzen und nachher durch mechanisches Abschaben erweitert.

212. Untersuchungen der letzten Jahre, besonders von Jamin und Daubrée haben gezeigt, dass infiltrirende Wasser durch die Capillarporen von durchlässigen Gesteinen auch einem bedeutenden Dampfdrucke entgegen noch hindurchdringen. Während also das Wasser fortfährt in eine mit heissem, zermalmtem Gestein erfüllte Höhlung einzudringen, unter dem Drängen der Wassersäule über ihm und der Capillarität im Gesteine selbst, kann kein Dampf rückwärts durch die Gesteinsporen entweichen, die schon von Wasser erfüllt sind, gerade so wie ein poröser Filterstein unter einer Wassersäule Wasser auch in ein Feuer hindurchlassen wird, wenngleich letzteres Dampf oder Gase unter hohem Drucke enthält, die nicht durch den Stein entweichen können.

So haben wir in unserem Heerde alle Bedingungen, die für die Produktion so verschiedenartiger Laven nöthig sind, wie wir diese in Wirklichkeit finden. Analysen haben zwar eine grosse allgemeine Aehnlichkeit der Constitution in den Laven auf der ganzen Erde ergeben, aber dennoch weichen dieselben hinreichend in ihrer Constitution von einander ab, um den Grad der Schmelzbarkeit sehr verschieden sein zu lassen. Auch haben wir die Erfahrung machen können, dass einige Vulkane Laven von grösserer Schmelzbarkeit als andere produciren, dass einige nur wenig Lava, dagegen viel erhitztes und gepulvertes Material hervorbringen, andere nur das letztere und gar keine Lava.

Digitized by Google

213. Wir können nun auch erkennen, wenigstens in vielen Fällen, dass die Schmelzbarkeit der Lava und das Verhältniss ihrer Menge zu den Massen von Asche und Lapilli auf zwei zusammen oder nicht zusammen vorkommende Ursachen zurückzuführen ist: die mehr oder weniger leicht schmelzbare chemische Constitution der Laven und die höhere oder niedrigere Temperatur im Heerde; und wir können ferner sehen, dass die Constitution der Lava in gewissem Maasse von den sich folgenden lithologischen Formationen bedingt ist, in denen Heerd und Schlot des Kanales liegen und durch welche dieselbe hindurch geht (16).

Kieselsaure, krystallinische und thonerdehaltige Gesteine allein, gepulvert und geschmolzen, z. B. geben sehr unschmelzbare Laven, kieselsaure und kalkige Gesteine und noch mehr solche mit bestimmtem Gehalte an Thonerde und Eisen viel leichter schmelzbare. Die alten, aber werthvollen Experimente von Kirwan sind werth über diese Punkte zu Rath gezogen zu werden (Kirwan's Mineralogy). Darnach soll die Schmelzbarkeit in allen Fällen sehr durch den Inhalt der Meer- oder süssen Wasser an Alkalien bedingt sein, die ihren Weg zu dem vulkanischen Heerde finden.

214. Alle diese Bedingungen erscheinen erfüllbar durch die Annahme von lokalen, mehr oder weniger getrennten Heerden erhitzter und gepulverter Gesteine, deren Zusammensetzung in verschiedenen Tiefen der erhitzten Säule verschieden ist. Auch haben wir eine passende Ursache für die grossen Temperaturdifferenzen an verschiedenen oft nahe bei einander liegenden Vulkanen. Denn die Hitze im Heerde ist nicht von einer unveränderlichen, nahezu constanten und gleichmässigen Wärmequelle hergeleitet, wie in Hopkin's Theorie, sondern sie ist direkt proportional den lokalen seitlichen Pressungen, welche die Zermalmung bewirken, und kann in beliebigen Grenzen zu verschiedenen Zeiten an dem gleichen Orte, oder auch an verschiedenen Orten schwanken.

216. Auch finden wir in unserer Theorie eine passende und leichte Erklärung der durchaus unperiodischen Thätigkeit der Vulkane, ihrer oft plötzlichen und heftigen Ausbrüche, ihrer langen Ruheperioden, des gänzlichen Er-

Digitized by Google

löschens der einen und des Ausbruches anderer an Stellen, wo vorher keine Vulkane vorhanden waren.

216. Die säculare Abkühlung der Erde geht noch immer vor sich, wenn auch in sehr langsamer Weise. Daher besorgt die Contraktion immer einen Vorrath an Kraft, um auf die Zermalmung der festen Kruste verwendet zu werden und so vulkanische Wärme zu erzeugen. Aber die Zermalmung selbst geht nicht gleichmässig vor sich, sie wirkt nothwendig sprungweise: bis der angehäufte Druck das nöthige Maass an einem bestimmten Punkte erreicht hat, wo dann die zusammengedrückte Masse ungleichmässig gepresst, wie wir annehmen müssen, nachgiebt. Dann folgt vielleicht wieder eine Zeit der Ruhe oder eine Verpflanzung der zermalmenden Thätigkeit anders wohin an eine schwächere Stelle.

217. Daher sind dann die Wirkungen intermittirend, wenn auch das Magazin vulkanischer Kraft fortwährend und stetig durch säculare Erkaltung neu gefüllt wird, und nur so viel wird geleistet, als für den jährlichen Bedarf nöthig ist, der in vulkanischer Arbeit verbraucht wird.

Es ist das einer der vielen Fälle in der Natur, wo die zwar gleichmässige Entwicklung einer Kraft dennoch in schwankender und intermittirender Thätigkeit als Wirkung dieser Kraft sich äussert; sie wird stetig erzeugt und angesammelt, aber ungleichmässig und stossweise verbraucht. Dass solche langsame Anhäufung des Druckes an lokalen Punkten starrer Körper ihr Auseinanderweichen und stossweises Zermalmen bewirkt, kann durch ein Beispiel klar gemacht werden. Wenn man mit den Fingern ein Stück Zucker langsam und stetig auf die Tischplatte drückt, so zerspringen einige Theile der Oberflächen, die in Contakt stehen, zu Pulver, dann ist ein Moment Pause; setzen wir den Druck fort oder lassen wir ihn langsam zunehmen, so wird mehr zermalmt und eine zweite Ruhepause folgt.

218. Eine Ursache für das Erlöschen oder die lange Ruhe von Vulkanen hat mehr oder weniger Anerkennung gefunden: sie könnten so zu sagen ersäuft werden. Die Thätigkeit ist abhängig von einem gewissen Gleichgewichte zwischen der Zufuhr von Wärme und dem Zudrange der

Digitized by Google

Wasser; wenn die letzteren im Ueberschusse vorhanden sind, so schwindet die Thätigkeit zu einer Solfatara zusammen oder hört für eine Zeit lang auf. Aber keine frühere Theorie gab eine Ursache an für die Schwankungen in der Wärmezufuhr. Wenn diese von einem ungeheuren flüssigen Kerne herrührte, so musste sie immer dieselbe und unerschöpflich sein, wenn sie von eingebildeten Seen herrührte, konnte sie langsam erschöpft werden, konnte aber nicht schnell nachlassen und plötzlich verschwinden, ausser wenn diese Seen ihres Inhaltes oder ihrer Wärme sich gänzlich entleert hatten.

In unserer Hypothese finden wir eine natürliche Erklärung für die plötzliche Produktion von Wärme an bestimmter Stelle und für die schnelle Erschöpfung derselben, und hinwiederum erklärt sich dadurch, warum an derselben Stelle ein andermal keine Wärme producirt wird, dagegen an anderer Stelle wohl, liege diese nahe oder ferne der ersten. Mit andern Worten, es erklärt sich die lange beobachtete Verschiebung der Lage von Vulkanen im Laufe der Zeit, sowie auch die säculare Erweiterung der Oberflächenräume, in denen ihre Thätigkeit sich äussert, wie das schon Humboldt in seinem Kosmos bemerkt hat.

219. Endlich bietet sich uns auch die Lösung der Frage: Warum zeigen Vulkane die lineare Anordnung, wie sie auf unserer Erde thun und warum folgen sie im Ganzen den Linien der grossen Gebirgsketten? Als Aeusserungen einer gemeinsamen Ursache der Contraktion durch Erkaltung, wenn auch verschieden an Stärke, wurden die Gebirgsketten durch tangentialen Druck, wie schon entwickelt wurde, emporgewölbt und längs der Linien gegensinniger Biegungen und grosser Spalten, längs den Linien der Schwäche in der Erdrinde gebildet. Längs der Linien solcher Schwäche muss auch die Zermalmung durch tangentialen Druck in der mehr erkalteten und starren Erdrinde vor sich gehen; und so dürfen wir annehmen, dass in heutiger Zeit die ganze oder nahezu ganze Summe tangentialen Druckes, die durch säculare Erkaltung erzeugt wird, zu der Zermalmung längs dieser grossen Linien aufgewandt wird (17). Daher folgt die Linie vulkanischer Kegel den

Digitized by Google

Gebirgsketten, weil 1) dort die Spalten und Klüfte einer zertrümmerten Erdrinde vorzüglich zu suchen sind; 2) weil auf solchen Linien hauptsächlich die Zermalmung vor sich geht, da sie die Linien der Schwäche sind, und also hier vulkanische Wärme erzeugt wird. Gerade dort lässt uns die Theorie der Lavabecken im Stich. Denn aus welchem fassbaren Grunde sollen wir uns die vorgestellten Lavaseen grade auf grossen Bogenlinien unter der Oberfläche liegend denken, wie z. B. unter den grossen Vulkanreihen, welche die Küsten des Pacifischen Oceans umsäumen?

Warum, wenn sie als Produkt der Reste eines erstarrten Schmelzkernes gelten, sollten sie nicht vielmehr ganz gleichmässig in einer Schicht unter der Erdoberfläche vertheilt liegen? Und wenn sie so lägen, müsste der grössere Theil derselben gegen Wasser hermetisch abgeschlossen liegen, oder wir müssten Vulkane gleichmässig über die ganze Erde haben. Dieser letztere Punkt kann ja auch für Schaler's Hypothese einer schmelzflüssigen Zone, sowie auch für die Annahme eines universalen Schmelzkernes gelten.

220. Längs solcher Vulkanreihen mag ein oder der andere Krater in Thätigkeit ausbrechen, je nachdem ihm die zermalmende Kraft im Innern mehr Wärme und gepulvertes Material liefert als einem andern; und wir finden eine Erklärung für die beobachtete, oder wenigstens als beobachtet vorausgesetzte Thatsache, dass ein Vulkan den andern ablöse, eine Thatsache, die widerrufen werden müsste, wenn alle Vulkane aus gemeisamen feurigen Oceanen oder aus Seen im Innern schöpften.

321. Wir erkennen auch, dass es nur theilweise zutrifft, zu sagen, dass ein Vulkan das Sicherheitsventil gegen ein Erdbeben sei; denn der Vulkan ist in der That das Sicherheitsventil zu der zeitweiligen Befreiung von den Wirkungen der Contraktion der erkaltenden Erde; und vielleicht ist keine Betrachtung so überzeugend, dass die Endursache, die hier den vulkanischen Erscheinungen zugeschrieben wird, die richtige ist, als wenn wir die Thatsache beherzigen, dass der angedeutete Mechanismus, einer der das Gleichgewicht herstellenden Vorgänge in der Natur ist. Vulkani-

Digitized by Google

sche Thätigkeit steht genau im Verhältnisse zu der zermalmenden Thätigkeit, die die Contraktion bewirkt, und so wird diese im Ganzen allmählich, aber doch stossweise ausgeglichen, anstatt dass sie sich anhäufe, bis das Zusammenquetschen grosser Massen der Erdkruste auf einmal der ganzen lebenden Schöpfung verderbliche Kataclysmen herbeiführen könnte. Man kann die Thätigkeit mit dem Ablaufen einer Uhr vergleichen, welche ihr Gewicht nicht gleichmässig, aber doch langsam und leise niedergehen lässt, denn wäre es demselben möglich, plötzlich über eine grosse Strecke sich abwärts zu bewegen, so müsste dadurch die Maschine zerstört werden.

222. Wenn so aber die wirkliche Ursache der vulkanischen Thätigkeit auf unserer Erde beschaffen ist, so muss dieselbe Ursache auch für andere Planeten gelten können, soweit ihr Bau analog ist dem des unseren.

Sollten künftige Vervollkommnungen unserer Telescope uns in die Lage versetzen, die Oberfläche der andern Weltkörper unseres Sonnensystemes mit hinreichender Genauigkeit zu erforschen, so werden wir vielleicht neue Zeugnisse dafür finden. Einstweilen können wir die Thorie nur auf unsern Satelliten anwenden und uns fragen, ob die Eigenthümlichkeiten, die uns seine Oberfläche zeigt, uns einige Aufklärung geben können über eine vergangene vulkanische Thätigkeit auf ihm.

223. Ohne Ocean und ohne Athmosphäre ist eine vulkanische Thätigkeit, wie wir sie auf unserer Erde haben, unmöglich; gleichwohl ist es möglich, dass eine frühere vulkanische Thätigkeit des Mondes Nahrung fand, bis sein ganzer, in diesem Falle immerhin sehr beschränkter Ocean und seine Athmosphäre gänzlich absorbirt waren. Wenn dem so ist, so erscheint es wahrscheinlich, da ein vollkommenes Gleichgewicht nicht erweislich, dass es auf dem Monde noch mehr oder weniger unoxydirte oder chemisch unverbundene Masse gebe. Mag aber die vulkanische Thätigkeit des Mondes eine vollkommen erschöpfte Kraft sein oder nicht, jedenfalls finden wir auf seiner Oberfläche Erhebungen und kraterähnliche Thäler, die an Höhe und Weite alles dergleichen auf der Erde übertref-

Digitized by Google

fen, die vollkommen abnorm erscheinen im Vergleiche mit der geringen Grösse des Mondes im Verhältnisse zur Erde.

224. Wenn vulkanische Thätigkeit lediglich auf der Verbindung des flüssigen Kernes (sei er partiell oder universell) durch die feste Rinde hindurch und auf dem Zutritte des Wassers zu demselben beruht, dann erscheint ein Zusammenhang zwischen der Intensität der vulkanischen Erscheinungen und der Grösse des Planeten, auf dem sie vor sich gehen, nicht recht denkbar. Wenn man an einen solchen denken wollte, so müsste er darin zu suchen sein, dass ein kleinerer Planet in Folge schnellerer Erkaltung eine dickere Rinde haben müsse und dass daher die Intensität um so geringer sein müsse, je kleiner der Planet ist. Wenn aber, wie wir hier behaupten, die vulkanische Thätigkeit eine Folge der säcularen Abkühlung ist, dann muss die Intensität um so grösser sein, je grösser das Maass der Erkaltung ist.

Nun muss die Abkühlung einer Kugel von solcher Zusammensetzung und in der gleichen Entfernung von der Sonne sich direkt so verhalten wie ihre Oberfläche und umgekehrt wie ihre Maass — d. h. wie D^2/D^3 wenn D der mittlere Durchmesser ist. Daher musste die Abkühlung des Mondes schon aus dieser Ursache allein eine viel schnellere sein, als die unserer Erde. Daher ferner auch die vulkanische Thätigkeit eine viel grössere in einer gegebenen Zeit; denn der Abkühlung ist wiederum die Contraktion proportionirt, und diese steht wieder in direktem Verhältnisse zu der Wärme, welche aus der Zermalmung der Rinde erzeugt wird. Wir finden daher in unserer Theorie sowohl für die höheren Bergketten, als auch für die grösseren Kratere des Mondes eine ausreichende Erklärung. Diese bedeutendere Höhe wurde ohne Zweifel noch gesteigert durch den verminderten Gegendruck der geringeren Schwere in dem kleineren Planeten, sowie auch durch die geringere Dichtigkeit — wenn auch die Härte grösser ist — des Materiales, welches den Mond zusammensetzt.

225. Die Dichtigkeit des Mondes wird von Herschel zu 0.536 angenommen, wenn die Dichtigkeit unserer

Digitized by Google

Erde als Einheit gilt, wenn wir daher die mittlere Dichtigkeit unserer Erde zu 5.5 annehmen, so folgt daraus für den Mond etwa 3.0, etwa die des Korund's, Saphir's, Quarzes und wasserhaltiger metallischer Silicate. Es mag daher die ganze Mondmasse vielleicht vorzüglich aus Thonerde und Silicaten von grosser Festigkeit bestehen, vielleicht mit Ausnahme eines metallischen Kernes von grösserer Dichtigkeit. Daher war dann der Widerstand gegen die zermalmende Contraktion ein grösserer und bewirkte bedeutendere Temperaturerhöhung an lokalen Stellen während der Erkaltung. Und das erscheint auch durch Mädler's Rillen unterstützt, die dem Auge des Verfassers, sowie auch Herrn Nasmyth selbst mit dessen bestem Telescope wie Spalten oder tiefe, scharfkantige Risse in starrer Oberfläche erscheinen. Die vorwaltende Richtung dieser Rillen ist ungefähr rechtwinklig zu den Linien der Erhebung. Das entspricht gerade der Erwartung, die wir unter Annahme der von uns entwickelten Ursache der Erhebung haben müssen, d. h. es entspricht einem tangentialen Drucke, hierbei müssen die Linien der Spannung orthogonal zu den Linien des erhebenden Druckes stehen, daher die entstehenden Spalten orthogonal zu den Linien der Erhebung.

226. Es würde unserem direkten Zwecke zu fern liegen und uns zu weit führen, wenn wir auf die wahrscheinlichen Ursachen der relativ grossen Durchmesser der Mondkratere eines Näheren eingehen wollten.

So viel ist uns zu erkennen möglich, dass vulkanische Thätigkeit im Allgemeinen abhängt: von den festen und flüssigen Bestandtheilen unseres Planeten, von ihrer Wärmeleitungsfähigkeit, von der Masse des Planeten, auf dem wiederum seine ursprünliche Temperatur, sowie das Maass seiner Erkaltung beruht, von seiner Entfernung von der Sonne und endlich vielleicht auch noch von dem Umstande, ob er Welträume von variabeler Temperatur durchläuft oder nicht.

227. In der Sonne selbst erblicken wir vulkanische Kraft in ihrem frühesten und mächtigsten Stadium, dem Stadium der Condensation und der chemischen Erschöpfung einer primordialen Welt von gewaltigen Dimensionen, mit

Digitized by Google

vulkanischen Aeusserungen von einer erschreckenden Grossartigkeit (18). In unserer Erde sehen wir sie entwickelt genau dem ursachlichen Gange einer zu verschiedenen sich folgenden Zeiten verschiedenartig sich äussernden Thätigkeit gemäss, die über unmessbare Zeiträume sich erstreckt hatte und die nun zu ihrer jetzigen Form zusammen geschwunden ist und so nur mehr einen Theil des wohlthätigen Mechanismus unserer Erde ausmacht, der diese ein sicherer Boden für Pflanze, Thiere und Menschen sein lässt. Im Monde sehen wir die vulkanische Kraft, nachdem sie alle diese Stadien durchlaufen, todt und erloschen.

228. Wenn nun die in dieser Arbeit zum erstenmale, soweit dieses dem Verfasser bekannt ist, beschriebene Ursache der vulkanischen Wärme d. h. die Zermalmung der festen Erdkruste, allen Erscheinungen sich anpasst, keine unerklärt oder unerklärbar lässt, und an dieselben keine Folgerungen knüpft, die unerklärbar oder direkter Beobachtung entgegenstehend wären, sondern wenn sie alle Theile der Theorie mit den Thatsachen vereinigt, wie wir diese in der Natur wahrnehmen, ähnlich den Theilen einer „zerschnittenen Karte" aus der kein Stück ausgelassen und kein neues hinzugefügt werden kann, dann glaubt der Verfasser nach den Regeln echter Philosophie annehmen zu dürfen, dass seine Theorie als richtige Deutung der Vorgänge der Natur gelten kann.

Note: Es ist auf Seite 158 auf die Ansichten von Babbage und J. Herschel angspielt worden. Es würde schwierig gewesen sein, ehe die in dieser Arbeit vorgetragenen Ansichten entwickelt waren, ihre Unzulänglichkeit zu zeigen. Da sie wohl noch im Geiste einiger Geologen Boden behalten haben, so erscheint es erwünscht, hier darauf einzugehen. Herschel's Ansichten finden sich von ihm selbst in Briefen an Sir Charles Lyell und Sir Roderik Murchison im II. B. der Proceed. Geolog. Soc. niedergelegt. Zwei Hauptpunkte sind in ihnen, um kurz zu sein, enthalten: 1) Umänderungen des mechanischen Gleichgewichtes durch sedimentäre Ablagerungen, die ungleich auf einer ausserordentlich dünnen, auf flüssigem Kern schwimmenden Kruste geschehen, 2) die Folgen solcher sedimentären Ablage-

Digitized by Google

rungen, die eine lokale Erhöhung der geothermalen Schichten bewirken. Ueber den ersten Punkt können wir hinweggehen, da die Existenz einer so dünnen Rinde geradezu unannehmbar ist. In Bezug auf den letzteren ist es genug zu sagen, dass er eine hinreichende Quelle der Wärme für die irdische Vulkanicität nicht zu liefern vermag. Das stufenweise Steigen der isothermalen Schicht in dem von Herschel angeführten Wege mag vielleicht hinreichen, eine Wärme zu bewirken, die für die Erscheinungen des Metamorphismus, oder besser des Pyromorphismus ausreicht, nicht aber für das Spiel eines ausbrechenden Vulkanes. Eine Begründung würde hier zu weit führen, die Art des Einwurfes mag durch ein Beispiel erläutert werden.

Wenn wir annehmen, dass ein sedimentärer Absatz fortdauernd über einen grösseren Flächenraum bis zu der jährlichen Höhe von 50′ stattfinde, so würde es nahezu 105 Jahre erfordern, um eine Meile an Tiefe abzusetzen. Nehmen wir ferner an, dass die Leitungsfähigkeit des Oberflächensedimentes dieselbe ist, wie die der schon abgesetzten und überdeckten Sedimente, dann wird die jährliche Erhöhung einer bestimmten geothermalen Schicht unter einer Quadratmeile Oberfläche 50′ betragen und die Temperaturzunahme des Materiales, welches gerade über dem früheren Oberflächenniveau der Schicht liegt, wird ca. 1° betragen. Die hinzukommende Wärme wird also in Folge dessen für eine sedimentäre Masse von 50′ Dicke und einer Quadratmeile Oberfläche nur 1° betragen. Dieser Betrag in Wärmeeinheiten umgewandelt ist also die ganze Wärmequelle, um die jährliche vulkanische Arbeit per Quadratmeile zu leisten. Also auch bei der Annahme der äusserst hohen Sedimentbildung bleibt diese Wärme vollkommen unzulänglich, um für die Arbeit des Schmelzens, Erhebens und der Ausstrahlung auszureichen, welche die vulkanische Thätigkeit, wie sie heute noch besteht, verlangt.

Ferner kann aus dem vorhergehenden gefolgert werden, dass auch bei der höchst möglichen Schätzung des gesammten sedimentären Absatzes, der sich jährlich auf der Erde vollzieht, die Summe doch auch nach Herschels Ansichten vollkommen unausreichend sein würde, um die zur

Digitized by Google

jährlichen vulkanischen Thätigkeit unserer Erde nöthige Hitze zu liefern, wie sie in dem vorhergehenden geschätzt wurde. Herschel's Ansichten wurden offenbar schnell wieder aufgegeben und soweit sie von Americanischen und andern Geologen angenommen worden sind, war dieses offenbar nur auf Grundlage der Berühmtheit des Urhebers derselben geschehen. Wenn zu Herschel's Lebzeiten die Thermodynamik weit genug fortgeschritten gewesen wäre, um an ihr seine Ansichten zu prüfen, so würde er selbst wohl ohne Zweifel die Unhaltbarkeit seiner Lehre erkannt haben.

Schliesslich mag noch hier hinzugefügt werden, dass die Ansicht einiger Geologen, dass die Mitwirkung der Oberflächenwasser der Erde zur bestehenden vulkanischen Thätigkeit nicht nothwendig sei, sondern dass sich das vorhandene Wasser aus präexistirenden Blasenräumen in den tief gelegenen Gesteinen herleiten lasse, wohl auch nicht recht im Stande ist, die Menge des Wasserdampfes, der in Verbindung mit festen und flüssigen Auswurfsmassen an den vulkanischen Schloten erkannt wird, einigermaassen zu erklären (19).

Anhang: A. Thermalquellen.

Im Allgemeinen werden von den Erforschern vulkanischer Thätigkeit auch die warmen Quellen als eine Aeusserung derselben angesehen. Dass sie in vielen Fällen mit vulkanischen Ausbruchsstellen in Verbindung stehen, deren Thätigkeit gänzlich oder zeitweilig erschöpft ist, zeigt sich schon aus den heissen Quellen der Auvergne und Island's. Aber dass sie nicht direkt mit vulkanischen Wirkungen in der grössten Mehrzahl ihres Vorkommens im Zusammenhang stehen, ist gleichfalls ersichtlich. In keinem Falle können wir annehmen, dass die Oberflächenwasser viele Meilen unter die Erdoberfläche hinabsteigen. Thermale Wasser, wie die von den Britischen Inseln und dem grössten Theile von Europa, können nicht als Manifestationen vulkanischer Thätigkeit angesehen werden, sondern nur entstanden dadurch, dass die Oberflächenwasser bis in eine bestimmte mässige Tiefe hinabgehen (die nicht gross sein

Digitized by Google

kann, weil keine eigentlich siedenden Quellen ausser in Verbindung mit Vulkanen bekannt sind) und dann durch die wärmeren Schichten erwärmt wieder emporsteigen. Daher müssen uns die meisten thermalen Quellen nicht als vulkanische Phänomene gelten, sondern nur als eines der Mittel, durch welche die innere Wärme an die Oberfläche gebracht und durch Ausstrahlung zerstreut wird. So wi rdes mit Rücksicht auf unsern Gegenstand von Interesse, einmal zu schätzen, ob der Einfluss der warmen Quellen in dieser Beziehung ein grosser sei, oder welcher Bruchtheil der Gesammtwärme, die jährlich durch unsere Erde verloren wird, so an die Oberfläche gebracht wird. Der Verfasser hat diese Schätzung auf folgende Weise versucht.

Die Thermalquellen von Europa sind die bestbekannten, darnach vielleicht die von Indien, wie sie durch die Herrn Schlaggintweit aufgezählt werden. Wenn wir Daubeny's Liste der ersteren zu Grunde legen, so wären in Europa 154 heisse Quellen, die über einen Flächenraum von $3^1/_2$ Millionen Quadratmeilen zerstreut liegen, die etwa 6577353752 K.-F. Wasser jährlich liefern von einer mittleren Temperatur von 57° Fahr., über der jährlichen Durchschnittstemperatur des Ortes. In Indien sind nach obigem Kataloge etwa 100 heisse Quellen über einen Flächenraum von $1^1/_2$ Million □ Meilen verbreitet, sie geben jährlich 4345 Millionen K.-F. Wasser von einer mittleren Temperatur von 51° F. über der jährlichen Durchschnittstemperatur, die für ganz Indien auf 75° Fahr. angenommen wird. Das giebt zusammen über einen Flächenraum von 5 Millionen □ Meilen (z. Th. tropischer, z. Th. gemässigter Zone) 10862353752 K.-F. Wasser jährlich mit einer mittleren Temperatur (Menge und Temperatur in Rechnung gesetzt) von 54°6 F. Wenn wir nun annehmen, dass alles übrige trockene Land auf unserer Erde gleiche thermale Quellen in gleicher Fülle besässe, so würde die Gesammtmenge in dem über 52 Millionen □ Meilen trockenen Landes gelieferten Wasser = 112968337520 K.-F., 54° Fahr. über der mittleren Ortstemperatur betragen. Das ist gleichwerthig 34336880705 K.-F. Wasser von 32° auf 212° F. gebracht, oder gleich 0,2332 K.-Meile Wasser, siedend bei

Digitized by Google

1 Athmosphäre, jährlich an die Oberfläche gebracht. Wenn wir nun, nach dem ungenügenden Charakter unserer Daten, besonders bezüglich Süd-Amerika und Afrika annehmen, dass die obige Schätzung nur die Hälfte der warmen Wassermenge gehe, die jährlich an die Oberfläche gebracht werde, oder dass die mittlere Temperatur der warmen Wasser unter der Wahrheit bliebe und wenn wir daher das Resultat, um diese einzuschliessen, verdoppeln, so finden wir, dass die Gesammtmenge der thermalen Wasser unserer Erde eine halbe Kubikmeile siedendenden Wassers per Jahr kaum überschreiten dürfte. Das Aequivalent hiervon in geschmolzenem Eis bei 32° zeigt, dass die Gesammtmenge innerer Wärme, die so verloren geht, noch nicht der tausendste Theil des jährlichen Gesammtverlustes unserer Erde an Wärme ist, diese zu 777 Kubikmeilen zu Wasser von 32° geschmolzenen Eises angenommen.

Ob man daher die thermalen Quellen bloss als Mittel zur Ausstrahlung der inneren Wärme an die Oberfläche, oder als direkte Produkte vulkanischer Wärme ansehen will, in beiden Fällen ist ihr Einfluss unbedeutend und kann die in der Arbeit selbst ausgesprochenen Ansichten nicht beeinflussen.

B. Wärme und Arbeit durch Quarzzermalmung.

Auszug aus der Schrift R. B. Shmith's: über die Goldfelder von Victoria 1869. S. 543, die Resultate aus der Arbeit der Quarzzermalmung in diesen Goldfeldern hergeleitet.

Gewicht der Stampfkolben:

Mittel aus 7 Werthen = 642 Pf. (Minimum = 424 / Maximum = 860)

Höhe des Falls:

Mittel aus 7 Werthen = 0.8302 Fuss (Min. 0,5653 / Max. 1,0951)

Stösse in der Minute:

Mittel = 65.5 (Min. 52,143 / Max. 78,857)

Digitized by Google

Gewicht des Quarzes, der in 24 Stunden durch einen Stampfer zermalmt wurde:

Mittel: 4632 Pfd. $\begin{pmatrix}\text{Min. } 2528\\ \text{Max. } 6736\end{pmatrix}$.

Korn-Grösse des Pulvers:

Mittel: 116,571 per Quadrat-Zoll $\begin{pmatrix}\text{Min. } 66{,}143\\ \text{Max. } 167{,}00\end{pmatrix}$.

Pferdekraft jedes Stampfers:

Mittel 1.2057 Pferdekraft $\begin{pmatrix}\text{Min. } 0{,}7514\\ \text{Max. } 1{,}66\end{pmatrix}$.

Wirkliches spec. Gew. des Gold-Quarzes von Victoria:

Nach der Bestimmung der Royal School of mines
= 2,6307
nach Mallet = 2,6224
von Wicklow-Quarz nach Mallet
= 2,6214.

Spec. Gew. von Quarz als Mittel aus 5 Angaben:
= 2,6469.

1 Kubikfuss Wasser von 60° wiegt = 62,5 Pfd.

Daher $1.0000 : 62{,}5 = 2.6469 : x = \frac{62.5 \times 2.6469}{1.0000}$

= 165,431 Pfd. Gewicht für 1 Kubikfuss Quarz.

Die specifische Wärme des Siliciumanhydrid SiO_2 ist nach Watts (Chem. Dict. „Heat“) Bd. III. S. 32 = 0,19132, Wasser als Einheit angenommen, 0,179 nach meiner Bestimmung am Quarz von Wiklow, Irland.

Specifische Wärme des Quarzes = 0,1719 (Hermann) Gmelin's Handbuch. 0.1913 Regnault L. p. 245.

Als Resultat der gesammten Werthe erhält man 642 Pfd. durch 0.8302' 65.5mal in der Minute während 24 Stunden niederfallend geben 4632 Pf. Quarzpulver, indem 116.571 Stückchen auf den Quadratzoll kommen oder 642 Pfd. fallend 0.8302 × 65.5 = 54.3781' in der Minute durch 24 Stunden oder 24 × 60 = 1440 Minute = 78304.464 Fuss.

Das ist: 642 × 78304.464' = 50,271,465,888 Fusspfund sind die geleistete Arbeit, um 4632 Pfd. Quarz zu pulvern oder

10853,08 Fusspfund per Pfd. Quarz,

Digitized by Google

oder 10853.08 Fusspfund × 165.431 Pf. = 1795435,877 F.-Pf. per Kubikfuss Quarz vom specifischen Gewicht: 2.6469.

Wenn wir nun durch Joule's Aequivalent dividiren, so erhalten wir:

$\frac{1795435.877}{772}$ = 2325.69° F. in einem Pfd. Wasser als Aequivalent der bei der Zermalmung von 1 Kub.-Fuss Quarz geleisteten Arbeit; oder da Wasserdampf, also Wasser von 32° bei 1 Athmosphäre auf 212° F. gebracht, 1146,7 Wärmeeinheiten enthält, so kann durch die bei der Zermalmung von 1 Kubikfuss Quarz geleistete Arbeit 2.028 Pfd. Wasser bei 212° verdampft werden.

Denn: 2325,69 : 1146,7 : x : 1

$$\text{giebt } x = \frac{2325,69}{1146,7} = 2,028.$$

Wenn wir nun die gleichen Resultate nicht aus den Durchschnittszahlen, sondern aus den höchsten und niedrigsten Daten berechnen unter gleichzeitiger Bezugnahme auf die Feinheit des Quarzpulvers, d. h. unter der Annahme, dass das durchschnittlich feinste Pulver der höchsten Kraftleistung entspreche, so erhalten wir Folgendes:

Als höchsten Werth haben wir im Vorhergehenden: 860 Pfd., 0,6951 F. in der Minute 78.857mal durch 24 Stunden fallend giebt 2528 Pfd. Quarzpulver von der Feinheit von 167.0 Korn auf den Quadratzoll oder 860 Pfd. fallend 1.0951 × 78.857 = 86.356 in der Minute, oder 86.356 × 1440 = 124352.64' per Tag von 24 Stunden, das ist 860 Pfd. × 124352,64 Fuss = 106943270,4 Fusspfund.

Die geleistete Arbeit bei 2528 Pfd. zermalmtem Quarz oder: $\frac{106943270,4}{2528}$ = 42303.5 Fusspfund Arbeit per Pf. Quarz, oder 42303.5 × 165.431 = 6998810.31 Fusspfund per Kubikfuss Quarz und dividirt durch J = 772

$\frac{6998310.31}{772}$ = 9065.2° F. in 1 Pfd. Wasser als Aequivalent der bei der Zermalmung von 1 Kubikfuss Quarz zu Pulver von $^1/_{167}$ Quadratzoll Korngrösse geleisteten Arbeit.

Im zweiten Falle haben wir als niedrigste Werthe: 424 Pfd, : 0,5653 F. in der Minute 52.143mal durch 24 Stun-

Digitized by Google

den hindurch fallend, giebt 6736 Pfd. Quarzpulver von einer Korngrösse von $^1/_{66,143}$ Quadratzoll.

Bei beiden Berechnungen ist die Annahme gemacht, dass die meiste Kraft verwandt wurde, um im Ganzen die kleinste Menge des feinsten Pulvers zu erhalten. Dann erhalten wir 424 Pfd. faltend durch 0.5653 F. × 52.143 = 29.479' in der Minute, oder 29.479 × 1440 = 42449.76' in 24 Stunden, das giebt 424 Pfd. × 42449.76' = 17998698,24 Fusspfund, die zur Zermalmung von 6736 Pfd. Quarz geleistete Arbeit oder $\frac{17998698.24}{6736}$ = 2672.01 Fusspfund per Pfd. Quarz, oder 2672 × 165,431 = 442031.632 Fusspfund per Kubikfuss Quarz und durch Division mit J = 772 $\frac{442031.632}{772}$ = 572°58 F. in einem Pfd. Wasser als Aequivalent der bei der Zermalmung von 1 Kubikfuss Quarz zu Pulver von $^1/_{66,143}$ Quadratzoll Korngrösse geleistefen Arbeit.

Wir erhalten durch folgende Resultate:

$^1/_{167}$ Quadratzoll ist, wenn wir $^1/_{50}$ Zoll für den Durchmesser der Drähte des Drahtnetzes oder Siebes zugeben, ungefähr $^1/_{18}$ Zoll im Durchschnitt für den Durchmesser der grössten Stücke; $^1/_{116,371}$ □ Zoll mit der gleichen Zugabe = $^1/_{14}$ Zoll Durchmesser der Fragmente im Durchschnitt; $^1/_{66,143}$ □ Zoll wieder unter der gleichen Zugabe, ist etwa $^1/_{10}$ Zoll Durchmesser der Fragmente im Durchschnitt.

Dann sind die Verhältnisse zwischen Fusspfunden, Grösse der Fragmente und Wärmeäquivalent (ohne Decimalen):

Grösse	$^1/_{18}$	$^1/_{14}$	$^1/_{10}$
Fusspfunde . .	6998310	1795435	442031
Wärmegrade (F.)	9065°	2325°	572°.

Diese Resultate sind werthvoll wegen der allgemeinen Bestätigung, die sie für die Correktheit der Zermalmungsversuche beibringen, wie sie in der vorhergehenden Arbeit gegeben worden sind. Die Reibung der Stampfmaschine ist, wie ersichtlich, aus der Berechnung ausgeschlossen; und mit Ausnahme der geringen Kraftmenge, welche durch den Fall des Stampfers geliefert und welche dazu ver-

Digitized by Google

wendet wird das Wasser, welches immer über den zu zermalmenden Quarz fliesst, umher zu platschen, ist fast nur Kraft direkt auf das Pulvern des Quarzes verwandt worden.

C. Arbeit der Zermalmung, nach den Experimenten an Gesteinen von Holyhead (Phil. Trans. 1862).

Härtestes Quarzgestein (spec. Gewicht: 2,656).
Quer zu den Gesteinsplatten mit 37,000 Pfd. p. □Z. zermalmt.
Parallel zu den Gesteinsplatten „ 20,000 „
2) 57,000 „
Mittel 28,500 Pfd.

Auf einen Kub.-Fuss. macht das:

$$144 \times 28{,}500 = 4104000 \text{ Pfd.}$$

und wenn wir annehmen, dass der ganze Würfel zu Pulver zermalmt und seitlichs zerstreut wurde, würde die Fallhöhe 1′ betragen, wir haben dann als Arbeit der Zermalmung von 1 Kubikfuss

$$= 4104000 \times 1 = 4104000 \text{ Pfd.}$$

und dividirt durch J

$$\frac{4104000}{772} = 5316^{\circ}06 \text{ Fahr. in einem Pfund Wasser.}$$

Gleichwohl bleibt dieses Resultat unter der Wirklichkeit, da das Quarzgestein nicht vollkommen zu Pulver zermalmt wurde.

Anmerkungen des Uebersetzers.

1. In Bezug auf den wohl erkennbaren Zusammenhang der Erdbeben mit geotektonischen Bruch- oder Erhebungslinien dürfte hier auf die Resultate zweier Erdbebenarbeiten der allerneuesten Zeit aufmerksam gemacht werden. Die eine ist die Abhandlung von E. Suess: »Erdbeben im südlichen Italien«. (Sitz. Ber. der Acad. der Wissensch. Wien, November 1873.) Auf Grundlage der ziemlich ausgiebigen Erdbebenstatistik über Süd-Italien, deren Daten allerdings wohl nicht in allen Fällen die volle Zuversicht verdienen dürften, die ihnen Suess zuzuwenden scheint, glaubt er drei Arten von Erdbebenerschütterungen annehmen zu dürfen. 1) Solche, die ihr Centrum in einem Vulkane haben, die vorzüglich den Fuss des Vulkanes erschüttern, einer Eruption vorangehen oder dieselbe beglei-

Digitized by Google

ten, auch wohl bei besonderer Intensität über eine grössere Fläche sich fortpflanzen: Eruptivstösse. 2) Solche, die zwar auch in einem Vulkane ihren Ursprung haben, von diesem aber nach bestimmten Linien wie einzelne Strahlen ausgesendet werden: Radialstösse. 3) Solche, die ihr Centrum nicht in einem Vulkane haben, die als peripherische Stösse bezeichnet werden. Für die zweite Art von Stössen erscheint mir allerdings der exakte Beweis nicht erbracht, da die hierfür herangezogenen Daten, bei der Schwierigkeit der wirklich richtigen Wahrnehmung der Stossrichtung doch wohl viel zu vereinzelt sind, als dass sie eine solche Annahme, die der theoretischen Annahme der Wellenbewegung bei Erdbeben zudem nicht entspricht, begründen sollte. Die grösste Erschütterungslinie, die Suess erkennt, ist eine peripherische, er nennt sie calabrische Linie oder peripherische Linie der Liparen. Sie läuft vom Nordrande der älteren Gesteine zwischen dem Monte Cocusso und der Sila herab, folgt dann genau dem inneren Bruchrande des Aspromonte, setzt bei Ali nach Sicilien über und scheint sich vom Aetna über Bronte nach Palermo fortzusetzen.

In Bezug auf den Zusammenhang von Vulkanen und Erdbeben kommt er dann zu folgenden Resultaten. Die ganze Vulkankette des mittleren Italiens umfasst sowohl noch thätige Vulkane, heute auch noch Centren von Erdbeben z. B. Vesuv und Aetna, weiter Vulkane, die noch Erdbeben, aber äusserst selten wahre Eruptiverscheinungen zeigen z. B. das Albaner Gebirge, ferner scheinbar ganz erloschene Vulkane, so die Rocca Monfina, endlich habituelle Stosspunkte von Erdbeben, an denen aber noch nie Ausbruchserscheinungen beobachtet wurden, z. B. der Monte Casino. Diese abwechselnde Vertheilung zeigt allerdings, dass alles nur die Abstufungen einer und derselben Naturerscheinung sind. Daher liegen nun auch Vulkane und Erdbeben gemeinsam an solchen Stellen von tektonischer Bedeutung und mag man die Ursache in Verschiebungen oder Senkungen suchen, darauf legt Suess ein besonderes Gewicht, dass nicht nur die süditalischen, sondern nun auch die Erdbeben von Niederöstreich mit nachweisbaren Bruchlinien oder mit Scheidelinien im Baue der Gebirge zusammenfallen.

Fast zu gleichen Resultaten ist der Uebersetzer in seiner Arbeit: »Das Erdbeben von Herzogenrath« (Bonn bei Cohen 1874) gekommen. Das Centrum dieses Erdbebens ist mit aller Sicherheit ermittelt, es liegt über grossen Verwerfungsspalten, die auch als tektonische Bruchlinien gelten müssen. Hier treten in dem Gebiete dieser Linie auch die warmen Quellen von Aachen auf, eine Coincidenz, die allerdings nach den in der vorliegenden Arbeit entwickelten Grundsätzen, natürlich, ja sogar nothwendig erscheint.

In Bezug auf diesen Zusammenhang zwischen der Linie der

Digitized by Google

Gebirgserhebung und den verschiedensten Aeusserungen plutonischen Charakters, erläutert auch Stoppani in seinem Corso di Geologia S. 471 ff. die Verhältnisse in Italien. Die Regelmässigkeit, mit der die Reihe der Vulkane von Norden beginnend bis zu der südlichen Insel Pantellaria westlich der Appenninen-Kette folgt und wie sie von Gasemanationen und heissen Quellen begleitet ist, darf als bekannt gelten. Weniger bekannt dürfte es sein, dass Stoppani auch eine solche zona marivigliosa di manifestazioni secondarie auf der entgegengesetzten Seite des Appennin erkannt hat, wo unzählige Mineralquellen, Salsen, Schlammvulkane, brennende Petrolquellen u. dergl. Erscheinungen in langer Linie, immer dem Fusse des Gebirges folgend, sich aneinanderreihen, bis zu den Schlammvulkanen der Macaluba von Xirbi und von Terrapilata.

2. Als bestes Beispiel, dass in der That nahe bei einander gelegene vulkanische Schlote auch nicht das geringste Zeichen eines innern Zusammenhanges erkennen lassen, kann wohl das auch von Dana, in seiner neuen Auflage des Manuel of Geology, angeführte Beispiel des Kilauea gelten. Dana sagt hierüber S. 701: »Kilauea auf den Abhängen des Mount Loa ist einer der gewaltigsten Kratere der Erde; und doch kommen aus dem Gipfel des letzteren Kegels, also 10,000 Fuss über der Höhe des Kilauea so intensive Eruptionen vor, dass die Lava 25—50 engl. Meilen weit fliesst, ohne dass in dem unteren Krater auch nur das Zeichen einer Mitleidenschaft bemerkbar würde. Wären die beiden Kratere zusammenhängend, so müsste die Flüssigkeit in dem einen Heberarme 10000 Fuss höher stehen, als in dem andern.«

8. Es erscheint nicht uninteressant die hier von Mallet ausgesprochenen Ansichten mit denen zu vergleichen, wie sie von hervorragenden Vertretern der mechanischen Geologie ausgesprochen werden. Dana sagt in seinem Manuel of Geology 2. Auflage S. 684: »Es ist noch eine offene Frage, ob im Innern der Erde Schmelzhitze herrscht, ob das ganze Innere oder nur ein Theil geschmolzen ist, oder ob im Innern nur isolirte Becken von flüssigen Gesteinen vorhanden sind und wie dick, wenn der Kern schmelzflüssig ist, wohl die Kruste sei. Der wahrscheinlichste Schluss aus den bisheran vorliegenden Thatsachen ist der, dass die Rinde nicht über 100 Meilen Dicke besitze.« Pfaff in seiner Allg. Geologie S. 43 scheint sich der Ansicht zuzuwenden, dass im Innern der Erde ein fester Kern vorhanden sei, indem man es wohl als wahrscheinlich bezeichnen könne, dass bei einem Drucke, der das specifische Gewicht der Gesteine auf mehr als das Dreifache erhöht, der flüssige Zustand kaum erhalten bleiben kann. Das haben auch Prevost und Faye schon früher ausgesprochen; auch nach ihnen besteht die Erde nur aus einer Kugelschaale, die von einer festen Rinde bedeckt ist und einen festen, kugelförmigen Kern besitzt. Den Resultaten Hopkins' legt

Digitized by Google

Pfaff keine besondere Bedeutung bei, weil dieser von der nicht wahrscheinlichen Annahme ausgeht, dass die Erde bis in's Centrum flüssig sei und ferner auch ein Verhältniss nicht mit in Betracht gezogen hat, welches durch die wichtigen Untersuchungen Zöllner's im höchsten Grade wahrscheinlich wird, nämlich, dass in der flüssigen Erdmasse regelmässige Strömungen stattfinden müssen, ähnlich den Meeresströmungen. (Zöllner: Ueber den Ursprung des Erdmagnetismus.) Solche Strömungen müssen dann aber auf die Nutation und Präcession ebenfalls von Einfluss sein.

Mit Bezug auf den Einfluss des Druckes auf die Schmelzbarkeit hat übrigens gleichfalls Hopkins schon bemerkt, dass die tieferen Schichten der Erde in Folge des ungeheuren Druckes der aufliegenden Massen, eine viel höhere Temperatur bedürfen würden, um zu schmelzen, als die an der Oberfläche befindlichen Schichten. Auch daraus schliesst er, dass die feste Kruste der Erde eine weit grössere Dicke haben müsse, als diese sich unter der Voraussetzung, dass der Schmelzpunkt der äusseren und der inneren Schichten derselbe sei, berechnen würde (Tyndall Wärme S. 137).

Besonders muss hier auch der neuesten geothermischen Tiefenbeobachtungen gedacht werden, die mit grosser Sorgfalt von Herrn Bergrath Dunker an dem jetzt tiefsten Bohrloche der Welt zu Sperenberg bei Berlin (Zeitsch. f. d. ges. Nat. 1872 Oktoberheft) angestellt worden sind und welche, soweit man daraus irgend bestimmte Folgerungen auf die Dicke der Erdrinde ziehen will, keinenfalls, wie das auch schon von Dr. Brauns (dslbe. Zeitschrift 1874 Juni) hervorgehoben wurde, auf eine verhältnissmässig dünne Kruste schliessen lassen. Nach Dunker würde sich im Gegentheil ergeben, dass schon bei 7000 Fuss Tiefe keine Zunahme mehr stattfinde, und die Temperatur überhaupt nur 40° betrage, so dass selbst bei einer etwas von Brauns corrigirten Annahme doch nur die Tiefe von 10000′ als Anfang der constanten Temperatur mit etwa 57° angenommen werden kann. Jedoch muss in Bezug auf die Dunker'schen Resultate bemerkt werden, dass die von ihm benutzte Gleichung, die lediglich eine Interpolationsgleichung ist, absolut keinen mathematisch gesicherten Schluss gestattet, soweit es sich um Werthe handelt, die ausserhalb der Reihe liegen, also für grössere Tiefen wie 4000′; diese Gleichung kann nur dazu dienen, um innerhalb dieser Tiefe für irgend welche Punkte die Temperaturen zu erhalten und zu corrigiren. Auf speculative Schlüsse, die sich an die Dunker'sche Formel anlehnen, ist also durchaus gar kein Gewicht zu legen.

4. Wenngleich die Tiefe des Sitzes vulkanischer Wirkung nicht in unmittelbarem Zusammenhange mit der Dicke der festen Erdrinde steht, wenigstens theoretisch nicht und dann vor allem nicht, wenn man der Annahme isolirter Lavenbecken, wie sie in der vorliegenden Arbeit mehrfach angeführt und wohl nicht mit Unrecht

Digitized by Google

bestritten wird, Gültigkeit zuerkennen will, möchte der Uebersetzer doch hier eines Versuches gedenken, der gemacht worden ist, um die mögliche Tiefe des Sitzes der explosiven, vorzüglich durch die expansiven Kräfte des Wasserdampfes getragenen vulkanischen Thätigkeit zu berechnen. Ein solcher Versuch ist von Pfaff in seiner Geologie S. 142 und 216 gemacht worden. Pfaff geht von der allerdings als begründet anzusehenden Annahme aus, dass die Theilnahme des Wasserdampfes eine conditio sine qua non der eruptiven Thätigkeit sei. Nun stellt er unter Zugrundelegung der Regnault'schen Formel für die Spannkraft des Wasserdampfes den Satz auf: »dass in keiner Tiefe das Wasser unter dem Drucke der bis an die Erdoberfläche reichenden Wassersäule zum Sieden kommen kann, dass also flüssiges Wasser bis auf den heissflüssigen Kern der Erde gelangen kann. Das folgert sich nach ihm leicht aus einer nach der Regnault'schen Formel berechneten Tabelle, wonach z. B. bei 20,000′ Tiefe und einer hier vorausgesetzten Temperatur von 200° C. der Druck der Wassersäule = 600 Athm., die Spannkraft aber nur 15.3 Athm. ist, also keine Dampfbildung stattfinden kann u. s. fort bei 200,000′ Tiefe und einer hier vorausgesetzten Temperatur von 2000° C. ist der Druck = 6000 Athm. die Expansionskraft = 2403 Athm. Nun ergiebt sich nach der Regnault'schen Formel 2400 Athm. als mögliches Maximum der Spannkraft, also kann in keiner grösseren Tiefe Dampfbildung möglich werden. Diesen letzten Theil der Schlüsse glaube ich durchaus als unbegründet ansehen zu müssen. Schon das gegen die theoretisch unzweifelhaft wahrscheinliche Annahme einer unbegrenzten Steigerung der Expansionskraft überhitzter Wasserdämpfe erfolgende Eintreten eines maximalen Grenzwerthes zeigt, dass eben die Regnault'sche Formel für so hohe Temperaturen gar keine Gültigkeit mehr hat, die ihr als empirische Formel überhaupt nur innerhalb der nicht viel über 200° hinausgehenden Beobachtungsreihe zukommt. Darüber hinaus ist sie nur in sehr engen Grenzen mehr brauchbar. Andere Formeln, so z. B. die von Arago und Dulong aufgestellten [vergl. auch die von dem sog. Artizan Club in dessen Werk über Dampfmaschinen mitgetheilten (Phys. Lexic. von Marbach', Artikel Dampf S. 140)] kennen auch solche Grenzwerthe nicht. Durch eine Vergleichung wird der Werth dieser Formeln für so hohe Temperaturen ja sehr fraglich erscheinen, immerhin aber sind diese letzteren theoretisch für hohe Werthe wahrscheinlicher. Die angewendete Dulong'sche Formel heisst:

$$e = (1 + 0{,}007153\ (t-100))^5$$

wo e die Spannung und t die Temperatur bezeichnet.

Digitized by Google

Tiefe in Fuss.	Vorausgesetzte Temperatur in ° Cels.	Druck in Athmosph.	Spannung nach Regnault.	Dulong.
10,000	100	300	1	1
20,000	200	600	15,3	20
100,000	1000	3000	1877	11057
200,000	2000	6000	2403	463721

Zunächst zeigt die Vergleichung, dass nach der Dulong'schen Formel die Zunahme der Spannkraft ganz ungeheuer, was theoretisch viel wahrscheinlicher ist, als die Zunahme nach der Regnault'schen Formel; darin stimmen auch die beiden Formeln: Dulong und A. Club überein. Hiernach stellt sich nun das Resultat schon ganz anders, denn schon bei der Tiefe von 100,000′ ist dann die Grenze weit überschritten, wo Spannkraft und Druck im Gleichgewichte stehen, wo also Dampfbildung eintreten wird. Hiernach hat also der obige von Pfaff aufgestellte Satz keine Gültigkeit mehr. Die Annahme der Temperaturen in den entsprechenden Tiefen ist nun aber zweifellos viel zu hoch, denn darüber kann wohl kaum Zweifel mehr obwalten, dass die Zunahme der Temperatur nach der Tiefe einer abnehmenden Progression folgt. Nehmen wir einmal an, die Temperatur von 2000° sei erst in einer Tiefe von 200 geogr. Meilen erreicht, also die Erdrinde habe diese Dicke. Einer solchen Tiefe entspricht ein Druck von 156250 Athmosphären, also auch unter dieser Annahme immerhin noch lange nicht hoch genug, um der Spannkraft nach Dulong das Gleichgewicht zu halten, resp. die Dampfbildung zu verhindern. Berechnen lässt sich ja nun auch für die aus der Dulong'schen Formel herleitbaren Spannkräfte die Grenze wohl, über der keine Dampfbildung möglich ist, allein auch auf diese Zahlen würde kein grösseres Gewicht gelegt werden können, da eben die Formeln für hohe Temperaturen ganz unzuverlässig sind. Selbst wenn den aus ihnen hergeleiteten Zahlen aber auch einiger Werth zuerkannt werden dürfte, müssten die Resultate dennoch durchaus ohne Bedeutung bleiben, da die Annahme der jeder Tiefenstufe entsprechenden Temperatur durchaus willkürlich ist und in keiner exakten Weise bestimmbar erscheint. Auf geologische Folgerungen, die also aus dem Satze gemacht werden könnten, das Wasser könne im flüssigen Zustande bis zum Erdmittelpunkte dringen, müssen wir verzichten, da dieser Satz unrichtig oder wenigstens noch nicht erweisbar ist. Und in gleicher Weise ist also auch die von Pfaff unter Zugrundelegung dieser Methode berechnete Tiefe von $3^1/_3$—$1^1/_3$ geogr. M. über der überhaupt erst Dampfbildung möglich und unter die also der Sitz vulkanischer Eruptionen nicht wohl hinunter gehen kann, kaum als richtig oder bedeutungsvoll anzusehen. Nur das Eine ergiebt sich allerdings aus diesen Betrachtungen, dass an irgend einer Stelle, die zu berechnen uns noch nicht möglich ist, diese Grenze

Digitized by Google

liegen wird und dass oberhalb dieser Stelle die Dampfbildung mit einer der höheren Temperatur entsprechenden, wie das die obigen Zahlen zeigen, ganz ungeheuren Expansionskraft vor sich gehen muss, eine Kraft, die uns wohl ausreichend erscheinen kann, die gewaltigen, explosiven Erscheinungen der Vulkane zu veranlassen, mag ihr Sitz nun tiefer oder weniger tief im Innern der Erde gelegen sein. Damit aber die erstarrte Rinde den gewaltigen Expansionswirkungen Widerstand zu leisten vermag, müssen wir derselben wohl auch eine gewisse Stärke zusprechen. Andererseits liegt aber auch der Schluss nahe, dass, da wir eigentlich nur an wenigen Stellen der Erde Wasserdampfexhalationen finden, deren Zahl nach der Annahme der Möglichkeit von Dampfbildung im Innern der Erde grösser erwartet werden dürfte, wohl doch Wasser bis zum Mittelpunkte der Erde dringen kann, dass aber der Grund dafür nicht in den von Pfaff herangezogenen Verhältnissen liege, sondern darin, dass die Temperatur nach dem Innern unter ganz anderen Verhältnissen zunehme, als wir bis heran angenommen und dass die feste Erdrinde vielleicht eine bis nahe zum Mittelpunkt reichende Stärke hat, wenn überhaupt noch ein flüssiger Kern übrig geblieben. Und durch diese Betrachtung schliesst sich der Inhalt dieser Anmerkung nahe an das im § 16 des Originals gesagte an.

5. Dana sagt in seinem Manuel über die durch Contraktion bewirkte Spannung, dass dieselbe sich mit einem Prinz Rupert's Tropfen (Glasthräne oder Bologneser Kolben) vergleichen lasse. Bei diesen ist gleichfalls der Druck der einzelnen Theilchen gegen einander durch die innere Contraktion so gross, dass das Abbrechen einer Spitze oder auch nur das Ritzen mit einer scharfen Spitze hinreicht, um ein explosives Zerstieben zu bewirken. Auch der austrocknende Apfel ist ein vortreffliches Beispiel. In diesem Falle ist das Aeussere biegsam und faltet sich daher übereinander, wenn der innere Theil zusammenschrumpft, die Falten bedecken die ganze Oberfläche gleichmässig, wenn man nicht einige Stellen durch Harz schützte, dann aber zeigen sich die stärksten Falten um die Grenzen solcher geschützten Stellen. Solche Ungleichheiten der Dicke und Textur mögen auch auf der Erde vorkommen und daher sind auch an ihr die Wirkungen von Contraktion ungleiche an verschiedenen Stellen. Die Richtung aber, in welcher dieser Druck in der Kruste wirkt, ist nahezu horizontal (tangential), indem die Contraktion einen Druck oder eine Spannung zwischen je zwei aneinandergrenzenden Theilchen schafft, und wo immer die Rinde unter dieser Spannung nachgiebt, müssen einzelne Theile sich abwärts bewegen und andere als secundäre Wirkung aufwärts gedrückt werden und zwar durch den seitlichen Druck der einsinkenden Theile. Spaltung folgt auf Spaltung, und so erhebt sich ein Theil über den andern, oder Faltung folgt auf Faltung in parallelen Reihen, oder

Digitized by Google

Spaltung und Faltung treten zugleich ein. Die natürliche Stellung der Axen der Faltung ist die Normale zu der Richtung des Druckes. Wenn aber die Kraft nicht gleichmässig ist und in der einen oder andern Stelle stärker wirkt, dann müssen auch die Faltungen nach Zahl, Höhe und Stellung variiren und so entstehen in den Faltungsaxen, sowie in den Linien grösster Wirkung in einem gefalteten Gebiete Curvenlinien. Hierfür führt Dana einige Beispiele an S. 719 ff.

In der neuesten Zeit sind allerdings diese Fragen in mehreren Abhandlungen in dem Geological Magazine zur Sprache gekommen, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann, von denen aber die Arbeit von O. Fisher, on the formation of Mountains 1873. No. 108. S. 248 und No. 116. S. 60 (1874) besonderes Interesse verdient. Ebenfalls on the formation of Mountains ist eine Abhandlung von F. W. Hutton 1874. S. 22. Dr. C. Ricketts schreibt in dieser Zeitschrift 1873 Mai, S. 202: on faults, fissures and contortions, und Clifton Ward 1873. Juni S. 245: on Rock fissuring, und endlich Poulett Serope: on the Theory of the shrinking nucleus of the globe 1873. No. 109. S. 291.

6. Dass die Zunahme der Wärme in einem und demselben Bohrloche nicht gleichmässig erfolgt, dass also die geothermische Tiefenstufe in einer und derselben Vertikallinie variirt, zeigen auch die von Dunker gewonnenen Zahlenwerthe sehr bestimmt.

7. Die Unregelmässigkeit und Gleichmässigkeit der Festlandsumrisse auf der Erde lässt eine gewisse Gesetzmässigkeit nicht verkennen, die mit der Entwicklung der gesammten Gestaltung der Erde in Zusammenhang zu bringen sein dürfte. Dana spricht das Gesetz des ganzen Systems der Oberflächengestaltung der Continente in den zwei Punkten aus: 1) Die Continente haben erhabene, gebirgige Ränder und ein tiefes, beckenartiges Innere. 2) Die höchsten Ränder der Continente sind dem grössten Oceane zugekehrt. Und indem er die Bruchlinien der Erdrinde, die im Wesentlichen den Grenzen zwischen Festland und Ocean entsprechen, ins Auge fasst, findet er: 1) Zwei Richtungssysteme herrschen auf der Erdoberfläche für die Bruchlinien vor, ein nordwestliches und ein nordöstliches, die einander durchschneiden. 2) Dieselben sprechen sich in der Richtung der Inselketten und den Umrissen und Reliefformen der Continente aus. 3) Die mittlere Richtung der beiden Züge ist nordnordöstlich und westnordwestlich. 4) Weite Abweichungen in Curvenlinien kommen vor. 5) Wie aber auch diese Abweichungen sind, dort, wo zwei Systeme sich begegnen, schneiden sie sich unter fast rechten Winkeln. Auf solche Gesetzmässigkeiten in den Umrissen der Continente geht eines näheren auch O. Peschel ein in seinen Problemen der vergleichenden Erdkunde: Kap. 5, 6 und 7. Eingehender hat die Gesetze der Bildung der Festlandsformen auch

Digitized by Google

Dohrn in einem eigenen Werke besprochen, wo er auch experimentell die Gesetze der Spaltenbildungen an trocknenden und erstarrenden Körpern und den Einfluss der Erdrotation auf dieselben darzuthun versucht, worauf hierdurch verwiesen werden soll.

8. Es ist von Interesse hier die Ansichten zu vergleichen, die Suess in seiner Arbeit »über den Bau der italienischen Halbinsel« ausspricht, Sitzungb. d. k. k. Akad. d. Wissensch. LXV. Bd. März 1872, die sich dahin zusammenfassen lassen, dass er die Bruchlinie der italienischen Gebirge auch als Hauptlinie der calabrischen Erdbeben und der vulkanischen Eruptionsspalten ansieht. Vergl. auch das in Anm. 1 Gesagte.

9. Pfaff entwickelt in seiner »Geologie« Kap. 10 ähnliche Ansichten, wie die von Belli ausgeführten, wenn auch in anderer Weise und muss hier besonders auf die von ihm gegebene Darstellung S. 191 ff. verwiesen werden.

10. Zur Vergleichung der vom Verfasser angeführten und durch eigene Versuche erhaltenen Werthe für die Widerstandsfähigkeit von Gesteinen wurde vom Uebersetzer Poncelet's Introduction à la mécanique industrielle 3. Aufl. 1870 consultirt. Derselbe führt nach Besprechung der Methoden und möglichen Fehlerquellen auf S. 331 u. f. eine Reihe von Gesteinen auf, aus denen folgende herausgegriffen werden: Die Belastung, die zur vollständigen Zermalmung von Gesteinswürfeln nöthig war, ist in Kilogrammes auf den □ Centimeter berechnet: Basalt = 2000, Porphyr = 2470, Granit 620—700, Lava vom Vesuv = 590, harter rother Sandstein = 870, flandrischer Marmor = 790, harter Kalk von Givry = 310, blauer Kalk von Metz = 300, oolithischer Kalk = 106, lithographischer Kalk = 285.

11. Die hier vom Verfasser ausgesprochene Voraussetzung, dass ein grosser Theil der vulkanischen Auswurfsmassen nicht wirklich geschmolzen, sondern nur erhitzt worden sei, wie er das besonders von den vulkanischen Aschen und andern Auswürflingen anzunehmen scheint, ist wohl doch nicht zutreffend. Die mikroskopische Untersuchung vulkanischer Aschen, wie sie von dem Uebersetzer an Aschen der Auvergne und auch von Zirkel und Vogelsang an Aschen anderer Vulkane ausgeführt wurde, hat gezeigt, dass dieselben zum grossen Theile aus glasigen, also nur aus dem Schmelzflusse erstarrten Theilchen bestehen, deren Bildung dieselbe Temperatur voraussetzt, wie die zur Lavenbildung nöthige, die nur durch gewaltsames, plötzliches Zerstieben so zerkleinert wurden. Keinenfalls dürfen dieselben lediglich als zermalmte, gepulverte Gesteinsmassen gelten, die dann nur mehr erhitzt, aber nicht mehr eingeschmolzen wurden und in Bezug auf diesen Punkt bedürfen die Berechnungen des Verfassers wohl jedenfalls einer Correktur, wenngleich dadurch das Gesammtresultat derselben nicht geändert wird.

Digitized by Google

12. Nach J. F. Schmidt's sorgsamen Messungen (Vulkanstudien 1874. S. 229) sind die Neigungen am Vesuvkegel: Nordseite von Neapel aus = 29°87, Südseite = 30,08°; Nordseite von Pompeji aus = 32°65, Südseite = 28°78, Nordostseite von Camaldoli aus 27°95, Südwestseite = 29°75; Nordseite des oberen neuen Eruptionskegels (1870) = 29°38.

13. Nach Junghuhn's Berechnungen (Java, sein Bau u. s. w. S. 80 und S. 827) waren die durch die Eruptionen des Temboro auf Sumbava 1815 und die Eruption des Gunung Guntur auf Java 1843 in wenigen Stunden ausgeworfenen Aschenmengen ganz ungeheuer. Nach approximativer eher zu niedriger, als zu hoher Schätzung betrug die bei der ersteren Eruption gelieferte Aschenmenge 9 Million Mal eine Million Kubikfuss, 3mal so viel Volumen wie der Mont-Blanc und 185mal so viel wie der Vesuv hat. Der G. Guntur warf bei seiner Eruption 330 Millionen Centner oder 2644 Millionen Kubikfuss aus, etwa der 9te Theil seiner gesammten Masse. Nach Palasca's Schätzung (Schmidt, Vulkanstudien S. 133) war das Volumen des Georgshügels auf Santorin, der am 30. Januar 1846 aus dem Seegrund aufstieg, schon am 16. Februar desselben Jahres 1,838000 Kubikmeter, sonach betrug die tägliche Zunahme = 108118 Kubikmeter. Nach einer weiteren von Schmidt selbst angestellten Berechnung betrug der Flächeninhalt sämmtlicher Neubildungen auf Santorin (nur über See) bis Januar 1868: 13,644732 engl. □ Fuss, oder wenn man die Durchschnittsdicke der Lavaschicht nur zu 200′ annimmt, so ergiebt sich seit 1866 die tägliche Zunahme des Volumens = 2,860,000 engl. Kubikfuss.

14. Es erscheint keineswegs ganz unwahrscheinlich, dass auch für die an der Oberfläche als feste Körper verbreiteten Gesteine unter dem hohen Drucke der aufliegenden Massen der Uebergang in den flüssigen Zustand bei hoher Temperatur im Innern der Erde entweder viel später, in grösserer Tiefe erfolge oder überhaupt nicht mehr möglich wird. Damit würde dann allerdings theoretisch auch eine Grenzzone möglich erscheinen, wo Temperatur und Druckverhältniss so geregelt wären, dass diese Zone als flüssige Schale zwischen festem Kerne und fester Rinde in der Mitte läge. Auch hier sind aber auch nur approximative Rechnungen ganz unausführbar, um etwa die mögliche Tiefe solcher Zwischenzone zu finden. Vergleiche Anmerk. 4.

15. Auch aus den in der Arbeit von Suess, die in der ersten dieser Anmerkungen angeführt wird, gegebenen Erörterungen über die Lage der Erdbebencentren geht ganz bestimmt hervor, dass dieselben keinenfalls in einer grossen Tiefe gelegen haben können, da ganz bestimmte Richtungen der Erdbebenwellen erkannt wurden, was nur möglich erscheint bei einer nicht viel von der horizontalen abweichenden Lage der Erschütterungsradien.

Digitized by Google

16. Die Ansicht, dass auf die Zusammensetzung vieler Laven die Natur der von ihnen durchbrochenen und zum Theil auch wieder eingeschmolzenen verschiedenartigsten Gesteine von Einfluss sein dürfte, hat der Uebersetzer für die vulkanischen Gesteine der Auvergne ebenfalls schon ausgesprochen in seinen: Petrographischen Studien an den vulk. Gesteinen der Auv. I (N. Jahrb. f. Min. 1870 S. 713 ff.), worauf hierdurch verwiesen wird.

17. In Bezug auf die Anordnung vulkanischer Thätigkeit längs der Linien der grossen Gebirgsketten erscheint allerdings die Theorie des Verfassers nicht so ohne Schwierigkeit anwendbar. Die grösste Wirkung der Zermalmung sollte eigentlich nicht so sehr in den Linien des geringsten Widerstandes liegen, als vielmehr in der Mitte der hohen Theile der Erdrinde, wo ein Nachgeben gegen tangentialen Druck nicht möglich und daher auch eine Faltung und Aufstauung nicht geschehen ist, wo aber gerade desshalb der höchste Zermalmungseffekt und daher auch die höchste Menge umgesetzter Wärme erwartet werden sollte. Vielleicht findet der Verfasser Gelegenheit, seine Ansicht über diesen Punkt noch auszusprechen.

18. Hier muss besonders an die Ansichten über die Natur der Sonnenprotuberanzen erinnert werden, sowie an Zöllner's Theorie von den Sonnenflecken. Beide setzen eine Reihe von vulkanischen Erscheinungen voraus, wenngleich dieselben ihrer Grossartigkeit nach kaum mit denen unserer Erde verglichen werden können. Sind die Sonnenflecke erstarrte Lavaschollen, so sind die Protuberanzen heftige Gaseruptionen, welche aus dem Innern der Sonne hervorbrechend die Photosphäre zerreissen und endlich auch die Chromosphäre durchdringen und deren Wasserstoff zu ganz gewaltigen Höhen emporschleudern, daher Wasserstoffspectrum, sowie die Linien einiger aus der Photosphäre mitgerissenen Körper: Natrium, Barium, Eisen, Nickel, Magnesium, die Sonnenspektren der Protuberanzen auszeichnen. Die gewaltige Grösse dieser Kräfte kann man sich vorstellen, wenn man bedenkt, dass einige Protuberanzen in wenigen Minuten bis zu der Höhe von 100000 Meilen emporstiegen. Mit Recht sagt daher der Verfasser, dass das vulkanische Aeusserungen von einer erschreckenden Grossartigkeit seien.

19. Es mag zum Schlusse noch auf einen Artikel im Geological Magazine 1874 Januar aufmerksam gemacht werden, in dem Poullett Scrope der Theorie Mallet's entgegentritt, sowie auf Mallet's Entgegung hierauf im Märzhefte derselben Zeitschrift.

Digitized by Google

Berichtigungen
zu dem Aufsatz von Prof. Ketteler.

Seite 17, Zeile 14 von oben lies: »Gränswirkung B«.

S. 17, Z. 15 v. o. lies: »dieser« statt »der«.

S. 78, Z. 5 v. u. lies: $\frac{q}{p}$ statt $\frac{p}{q}$.

S. 84, Z. 7 v. u. lies: $\cos\varphi$ resp. $\sin\varphi$.

S. 94, Z. 12 v. u. lies: dass in ihnen die lebendigen Kräfte der Körper- und Aethertheilchen eines neutralen Mittels etc.

S. 100, Z. 10 v. o. ergänze die Anmerkung:

1) Entwickelt man z. B. Gleichung 160 in eine nach Potenzen von $\sin\Delta$ fortschreitende Reihe, so erhält man:

$$\nu^2 - 1 = \frac{m' D'_0{}^2}{m D_0{}^2}\left(1 - \sin^2\Delta \frac{\nu^2 + \cos 2e}{\nu^2 - \sin^2 e} + \ldots\right),$$

folglich für kleinere Δ_0:

$$\nu^2 - 1 = \frac{m' D'_0{}^2}{m D_0{}^2}\left(1 - \sin^2\Delta_0 \frac{n^2 + \cos 2e}{n^2 - \sin^2 e} e^{-2 l^2 x}\right).$$

S. 101, Z. 18 v. o. schalte ein: Innerhalb derselben geht zugleich — entsprechend dem Ansteigen von p und ν^2 — allmälig ein immer grösserer Antheil der von aussen gegebenen lebendigen Kraft von den Aethertheilchen auf die Körpertheilchen über.

S. 118 u. figde. Der dort besprochene Umschlag der Polarisation zu beiden Seiten der Mittellinie ist nur scheinbar. Geht man nämlich auf die physikalische Bedeutung von b als Function von $\chi' - \chi$ zurück, so erhält man für letztere Differenz zufolge Gl. 157:

$$\operatorname{tang} 2(\chi' - \chi) = \frac{n_m{}^2 \sqrt{4D - \left(1 + D - \frac{\lambda^2}{\lambda_m{}^2}\right)^2}}{2(n_m{}^2 - 1) - n_m{}^2\left(1 + D - \frac{\lambda^2}{\lambda_m{}^2}\right)}$$

oder für kleine D einfacher:

$$\operatorname{tang} 2(\chi' - \chi) = \pm \frac{n_m{}^2 - n_0{}^2}{n_m{}^2 - 1} \sqrt{\frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_m - \lambda_0}}.$$

Offenbar zeigt so $\chi' - \chi$ von Null (für $\lambda = \lambda''_0$, $n_m > n_0''$) bis zu einem auf der Mittellinie ($\lambda = \lambda_m$) selbst liegenden Maximalwerth an, um rechts von derselben (für $\lambda = \lambda'_0$, $n_m < n'_0$) wiederum auf Null zurückzusinken. Und ist dasselbe hierdurch in seiner Abhängigkeit

Digitized by Google

von der Wellenlänge festgestellt, so geben die Gl. 158, 159, 161 diejenigen Vorzeichen von q, b, d, die bei der Bestimmung des Sinnes der elliptischen Polarisation in Betracht kommen. Diese letztere ist also innerhalb der ganzen Ausdehnung eines Absorptionsstreifens entweder nur positiv oder nur negativ.

Analoges gilt bezüglich des Coefficienten $\varkappa$. Das Auftreten negativer Mittel endlich würde an das auffällige von Lundquist im Roth beobachtete Verhalten des Fuchsins erinnern und wohl auf dieselbe Ursache zurückkommen.

S. 115, Z. 18 v. u. lies z. B.

$$\sqrt{\left(\frac{\lambda'_0}{\lambda_m}-1\right)\left(1-\frac{\lambda''_0}{\lambda_m}\right)}.$$

S. 128, Z. 10 v. o. liess: »selbst soweit«.

Digitized by Google

14	27	28	29	30	
Mittlere Gewicht der Würfel jedes Gesteins Summe v. Sp. 3	Spec. Wärme der Gesteine Wasser = 1.00.	Temperatur in einem Cub.-Fuss des Gesteins bewirkt durch Zermalmung. $\frac{H}{SW} = \frac{Sp.\ 26}{Sp.4 \times Sp.\ 27}$	Wasser von 32° in Dampf von 212° verwandelt in Cub.-Fuss und Q. $\frac{H}{62.45 \times 1146}$	Vol. Eis von 32° zu Wasser von 32° geschmolz. durch eine Gesteins-einheit. $\frac{H}{57.8 \times 143}$	Nr. des Versuchs.
Q		Grad Fahr.		Cub.-Fuss.	
0.2582	0.284	8.004	0.0046 C.-F. 0.288 Q	0.04008	1
0.2913	0.265	20.98	0.0119 C.-F. 0.774 Q	0.1033	2
0.2975	0.245	26.28	0.015 C.-F. 0.9 Q	0.125	3
0.2775	0.215	86.13	0.04 C.-F. 2.5 Q	0.346	4

rmalmten Gesteins = 0.03753.

Digitized by Google

Digitized by Google

Sitzungsberichte

der

niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Bonn.

Bericht über den Zustand der Gesellschaft während des Jahres 1874.

Physikalische Section.

Beim Abschluss des vorigen Jahres zählte die physikalische Section 56 ordentliche Mitglieder. Durch den Tod wurden uns 4 Mitglieder entrissen, deren Verlust wir schmerzlich beklagen: Herr Oberförster Herf starb im rüstigsten Mannesalter, Herr Geheime Bergrath Burkart, nachdem er 34 Jahre als thätiges und eifriges Mitglied der Gesellschaft angehört hatte, Herr Garten-Inspector Sinning, nachdem er 23 Jahre der unsrige gewesen war, und vor zwei Tagen erlag Herr Dr. Karmrodt einem Herzleiden. Durch Verlegung des Wohnortes traten in die Reihe der auswärtigen Mitglieder über: Herr Wirkl. Geh. Rath von Gerolt, Excellenz, wohnhaft in Linz, Herr Dr. Krohn, der nach Dresden gezogen ist, und Herr Staatsanwalt Schorn nach Saarbrücken. Somit ist die Zahl der ordentlichen Mitglieder auf 49 gesunken. Aufgenommen wurden während des abgelaufenen Jahres folgende Mitglieder: Die Herren Dr. Lexis, Dr. Hugo Seeliger, Theodor Schaaffhausen, Dr. W. Schumacher, Dr. Philipp Bertkau, Dr. Vöchting, Rentner Clason, Apotheker Beckhaus und Baumeister Eduard Müller. Herr Oberförster Professor Dr. Borggreve ist wieder nach Bonn gekommen und wieder in die Gesellschaft eingetreten. Demnach beträgt die Zahl der ordentlichen Mitglieder gegenwärtig 60.

Die statutenmässigen Sitzungen sind regelmässig abgehalten worden. In den neun allgemeinen Sitzungen wurden von 17 Mitgliedern 50 Vorträge gehalten, wobei mehrere aufeinander folgende Mittheilungen eines Mitgliedes für einen Vortrag gerechnet sind. Die Märzsitzung war, wie im vorhergehenden Jahre, eine öffentliche, mit Gästen und Damen. In den fünf Sitzungen der physikalischen Section hielten 16 Mitglieder 29 Vorträge. Der Inhalt der Vorträge ist in der Kölnischen Zeitung und in den gedruckten Sitzungsberichten veröffentlicht.

Zur Feier des 50. Jahrestages der Uebernahme der Redaction der »Annalen« wurde an Herrn Professor Poggendorf in Berlin

Digitized by Google

von unserer Gesellschaft ein Gratulationsschreiben, calligraphisch ausgeführt, in Mappe übersandt, den 28. Februar erlassen.

Für das Jahr 1875 wurde der frühere Vorstand wiedergewählt, nämlich als Director der Section Professor Troschel, als Secretair Professor Andrä.

Chemische Section.

Die chemische Section zählte beim Beginn des Jahres 1874 31 ordentliche Mitglieder.

Neu aufgenommen wurden:

Herr Dr. P. Roos aus Amsterdam, Assistent am chemischen Institut,

Herr Dr. C. Forst, Assistent am chem. Institut,

» Donato Tommasi aus Neapel und

» Prof. Victor v. Richter aus Petersburg.

Von diesen verliess Herr Dr. Roos bereits im Lauf des Jahres die Stadt, um in seine Heimath zurückzukehren; ausser ihm sind Herr Dr. Fittica, Dr. Hansing und Herr Max Müller von Bonn verzogen, so dass die Zahl der ordentlichen Mitglieder bei Schluss des Jahres wiederum 31 beträgt, während die Zahl der auswärtigen Mitglieder auf 42 gewachsen ist.

Die Section hielt während des Jahres 7 Sitzungen, in welchen 23 Vorträge gehalten resp. Mittheilungen gemacht wurden. In der December-Sitzung wurden Prof. Kekulé als Vorsitzender und Prof. Zincke als Schriftführer wieder gewählt.

Medicinische Section.

Die Section hielt im Jahre 1874 die statutenmässigen fünf Sitzungen unter dem Präsidium des Prof. Rühle.

Es hielten Vorträge:

19. Januar. Dr. Walb über Anheilung eines abgehauenen Nasenflügels.

Prof. Rühle über einen tödtlich geendeten Fall von Osteom des Vorderhirns.

Prof. Zuntz über einseitigen Schweiss bei Rückenmarksleiden.

Prof. Rühle über den Tod durch Herzlähmung bei Diphtheritis.

Derselbe über unbestimmte Röthelausschläge.

Prof. Doutrelepont über die Behandlung örtlicher Syphilisaffectionen durch Emplastrum hydrargyri.

16. März. Dr. Madelung Bericht über Experimente, betreffend Erregung von Entzündung durch örtliche Anwendung des Alkohols.

Geh.-Rath Busch Notiz über Schiessversuche aus der Nähe

Derselbe über die Grundsätze bei Hospitalbauten.

Digitized by Google

Prof. Rindfleisch über Heilungsvorgänge bei der Lungenschwindsucht.

18. Mai. Prof. Doutrelepont Vorstellung eines Mannes mit embryonalem Stumpfe des Vorderarmes und rudimentärer Bildung der Finger.

Dr. C. Schwalbe aus Zürich über Alkoholinjectionen bei Struma und Scirrhus.

Dr. Seidel zeigt eine einem Soldaten aus dem Kopf der Tibia entfernte Chassepotkugel vor.

Dr. v. Mosengeil über die Veränderung, welche durch Massagebehandlung in den Geweben hervorgerufen worden.

Geh.-Rath Busch bespricht einige seltenere Formen von Schultergelenkresectionen.

20. Juli. Dr. Kocks stellt eine Frau mit zwei Warzen an der rechten Mamma vor.

Prof. Rühle giebt einen Bericht über das im vorigen Wintersemester in der medicinischen Clinik zur Behandlung gekommene Material an Patienten.

Derselbe berichtet über einige mit Cundurango behandelte Fälle von Carcinoma ventriculi.

16. November. Prof. Zuntz über Gasanalysen der Lippspringer Quellen.

Dr. Walb über traumatische Keratitis.

Geh.-Rath Busch Schiessversuche und Stärke der Centrifugalkraft, mit welcher Theile von der Kugel abfliegen.

Dr. v. Mosengeil über Entfernung fremder Körper aus der Harnröhre.

In der Sitzung am 16. November wurde zum Vorsitzenden pro 1875 Prof. Binz gewählt. Dr. Leo und Dr. Zartmann wurden resp. zum Secretair und Rendanten wiedergewählt.

Die Zahl der ordentlichen Mitglieder betrug Ende 1873	44
Es traten hinzu die Herren: Generalarzt Bitkow, Professor Köster, Dr. Fleischauer, Dr. Bayer	4
Summa	48

Abgang: Durch Tod: Geh. Med.-Rath Prof. Dr. Schultze (Eintritt 1860), Geh. San.-Rath Dr. Nettekoven (Eintritt 4. Nov. 1840).

Durch Wegzug: Prof. Rindfleisch, Dr. Strassburg, Dr. Didolf, Dr. Seidel, Dr. Müller	7
Ende 1874 Bestand	41

Digitized by Google

Allgemeine Sitzung vom 4. Januar 1875.

Vorsitzender: Prof. Andrä.

Anwesend: 18 Mitglieder.

Herr Siegfried Stein machte folgende Bemerkungen: 1) Gelegentlich der Bestellung eines Apparats zur Darstellung von Ozon machte Herr Dr. Geissler mich darauf aufmerksam, dass in einem mit Ozon imprägnirten Wasser sich keine niederen Organismen, weder dergleichen Thiere noch Pflanzen, entwickeln. Die Versuche habe ich wiederholt und nicht nur bestätigt gefunden, sondern dabei folgende Beobachtungen gemacht: Sind niedere Organismen vorhanden, so werden dieselben zerstört, aber ohne merkliche Gasentwickelung zersetzt. Es bilden sich daraus keine Verwesungsproducte im gewöhnlichen Sinne des Wortes, wohl aber salpetrigsaure und salpetersaure Verbindungen. Gleiches geschieht, wenn die Verwesung schon begonnen hat, aber um so rascher, als schon Ammoniak vorhanden ist neben kohlensauren Verbindungen. Alle bleiben im Wasser farblos gelöst. 2) Fast gleichzeitig mit vorgenannter Mittheilung wurde ich von befreundeter Seite darauf aufmerksam gemacht, dass Herr Professor Hanstein in seinen Vorlesungen darauf hingewiesen habe, wie das Wasserpflänzchen *Elodea canadensis*, auch *Anacharis testifera* (zu Deutsch ganz unrechter Weise Wasserpest) genannt, in ganz hervorragender Weise ein Sauerstoffentwickler sei. In der von Herrn Professor Hanstein vorgeschlagenen Weise habe ich den Versuch wiederholt und schön gefunden. Es wirkt nun der Sauerstoff, den die *Elodea canadensis* entwickelt, zum Theil in der vorhin vom Ozon angegebenen Weise; nämlich zur Zersetzung der in Sumpfwasser vorhandenen niederen Organismen und daraus aufsteigende Verwesungsgase und Miasmen. Werden diese durch Sauerstoff zerstört, so ist die Grundursache der durch Sumpfwasser hervorgerufenen und verbreiteten Wechselfieber beseitigt. Bei der ausserordentlichen Wucherung der *Elodea* ist natürlich auch die Zunahme des ausgegebenen Sauerstoffs eine entsprechend wachsende. Durch die Cultur der Wasserpest in Sumpfgewässern hat man ein Mittel in der Hand, die betreffende Gegend fieberfrei zu machen. Man sollte daher diese Pflanze nicht mehr »Wasserpest« nennen, sondern sie richtiger mit dem Ehrentitel »Fieberschutz« bezeichnen. 3) Ist der Zeitpunkt eingetreten, dass Sumpfwasser durch *Elodea* gereinigt ist, und es wird dann befruchteter Fischlaich oder junge Fischbrut hineingesetzt (selbstredend muss Tiefe, Menge und Zufluss des Wassers entsprechend der eingesetzten Fischspecies sein), so wird sich bald ein lustiges Leben und Treiben entwickeln. In dem gesunden, sauerstoffreichen Wasser gedeihen die Fische sehr gut und zugleich sind diese in

Digitized by Google

dem dichten Pflanzengewirre der *Elodea* gegen eine grosse Zahl Verfolger und Liebhaber geschützt. 4) Diese Pflanze hat aber noch einen weiteren Vortheil, und zwar für die Landwirthschaft. Sollte nämlich die Wucherung in dem Canal, dem Fluss, Festungsgraben, Bach oder Teich, in welche die Pflanze gebracht wurde, in irgend einer Weise hindernd werden, so braucht man die Pflanze nur auszuräumen und als Gründünger auf den Acker zu fahren, wo sie als eine kalkhaltige Pflanze sehr wirksam sich zeigt. Zum üppigen Gedeihen erfordert die *Elodea* ein kalkhaltiges Wasser. Herr Garten-Inspector Bouché war so freundlich, mir die zu den Versuchen benutzten Pflanzen der *Elodea* zu überlassen. Herr Bouché bestätigte die von mir ad 2 hervorgehobene Beobachtung, dass die *Elodea* sumpfiges Wasser reinige, durch praktische Erfahrungen im botanischen Garten zu Berlin.

Professor Andrä legte plattenförmig gespaltene Stücke eines fossilen Brennstoffes von Hartley in Neu-Süd-Wales vor, welche ihm unter dem Namen Kerosene-shale (Wachsschiefer) von Sydney mit der Notiz zugegangen waren, dass das Mineral ein ziemlich ungleichmässiges Lager unter einer mächtigen Thonschicht bilde, wegen seines reichen Gehaltes an Kerosene sehr werthvoll sei und namentlich zur Gasbereitung grosse Verwendung finde. Von Farbe ist es schwarz ins Graue, glanzlos mit schimmernden Partikeln, von schieferiger Structur und fast ebenem Bruch, aber sehr zähe und kaum mit dem Hammer zertrennbar, leicht zu schneiden wie Wachs, im Strich glänzend und beim Schaben bräunlich-schwarze Späne gebend, in kleinen Absplissen mit lebhafter Flamme brennend und beim Verlöschen einen talgähnlichen Geruch erzeugend. Ein fossiler Brennstoff mit gleichen Eigenschaften ist dem Vortragenden nicht bekannt. Denn die Boghead-Cannelkohle, an welche man zunächst denken könnte, weicht in den meisten der angeführten Merkmale und namentlich, gleichwie die sogenannten Brandschiefer, durch ihre leichte Zersprengbarkeit ab. Sehr auffallend ist die allerdings nur äussere Aehnlichkeit mit dem Mannsfelder Kupferschiefer, die noch dadurch erhöht wird, dass beide Gesteinsarten vereinzelte, sehr nahestehende Blatt-Typen in Abdrücken zeigen, welche in der Art ihrer Conservirung, nämlich wie mit einem Seidenglanz angehaucht, vollkommen übereinstimmen. Die Verschiedenheit der Massen wird erst erkannt, wenn man in der Hand das weit höhere specifische Gewicht des Kupferschiefers empfindet. Um über die Art der Zusammensetzung des australischen Minerals Aufschluss zu erhalten, hatte Herr Professor M. Freytag die Gefälligkeit, dasselbe im Laboratorium der landwirthschaftlichen Akademie einer Untersuchung zu unterziehen, die im Wesentlichen Folgendes ergab.

Digitized by Google

Die Mineralkohle im Schiffchen im Sauerstoffstrom vollständig verbrannt, gab 49,75 % Glührückstand, also 50,25 % flüchtige und verbrennliche Substanz.

Eine grössere Menge der Substanz wurde sodann in einer schwer schmelzbaren Verbrennungsröhre im Verbrennungsofen der trockenen Destillation unterworfen und die Destillationsproducte durch Abkühlung möglichst vollständig condensirt. Hierbei wurden erhalten:

63,62 % Retortenrückstand,
6,81 % verflüchtigte Gase, hauptsächlich Kohlenwasserstoffe mit hohem Kohlenstoffgehalt,
29,57 % verdichtete Destillationsproducte.

Die letzteren wurden der partiellen Destillation unterworfen, wo bei 100° C. ein Theil sich abdestilliren liess, welcher aus leichtem Steinkohlentheeröle zu bestehen schien, aber auf seine näheren Bestandtheile nicht weiter untersucht worden ist. Der Siedepunkt stieg dann rasch auf 300° C. und bestand dieser Theil des Destillationsproducts hauptsächlich aus Paraffin.

Ein Theil des Retortenrückstands in Sauerstoff verbrannt ergab, dass derselbe bestand aus:

14,13 % Kohlenstoff und
49,49 % Asche (Glührückstand), was mit dem direct bestimmten Glührückstand hinreichend genau übereinstimmt.

Ein anderer Theil des Retortenrückstandes mit Chlorwasserstoffsäure übergossen gab eine deutliche Entwicklung von Schwefelwasserstoff. Im Ganzen war derselbe in Chlorwasserstoffsäure nur sehr wenig löslich, und fanden sich in der Lösung hauptsächlich Thonerde und Magnesia, daneben Eisen, Kalk, Kali und Natron. Der in Chlorwasserstoffsäure unlösliche Rückstand im Sauerstoffstrome geglüht und mit kohlensaurem Natron aufgeschlossen, bestand hauptsächlich aus Kieselsäure, sodann Thonerde und Magnesia, sowie kleinen Mengen von Eisen und Kalk.

Hiernach ist das Mineral wohl für einen an Paraffin reichen Schieferthon anzusehen und in dieser Hinsicht der Boghead-Cannelkohle verwandt. Was die vorher erwähnten Blattabdrücke auf dem Paraffinschiefer betrifft, so lassen sie sich, ungeachtet die Nerven äusserst schwach und nur bei besonders günstiger Beleuchtung hervortreten, doch mit Sicherheit als Farnreste deuten. Ein Paar derselben gehören einer *Taeniopteris* an, welche *Taen. Haidingeri* Ett. aus dem österreichischen Lias am nächsten steht, aber gedrängtere, steifere Seitennerven besitzt, wodurch sie sich auch von *Taen. Daintreei* M'Coy aus Queensland unterscheidet, die Daintree aus Schichten auf der Oolith- und Kreidegrenze (ohne nähere Angabe der Zugehörigkeit) abgebildet und beschrieben hat. Die Mehrzahl der Blätter repräsentirt einen eigenthümlichen Typus, der in seinem

Digitized by Google

länglich spatelförmigen, allmählich in einen Blattstiel verschmälerten Umriss und in dem breiten Mittelnerv *Glossopteris Browniana* Brong. sehr nahe kommt, aber in den nicht anastomosirenden Seitennerven davon abweicht. Letztere zeigen sich nämlich sehr fein, und steigen dichtgedrängt, wie es scheint an der Basis dichotomirend, unter sehr spitzen Winkeln auf, wobei sie sanft nach dem Rande hin auswärts biegen, welche Structur an *Neuropteris* erinnert. Zu einer Vereinigung mit *Taeniopteris* vermag man sich nach diesen Eigenthümlichkeiten kaum zu entschliessen, obschon bei *Taen. Eckardti Germ.* aus dem Mannsfelder Kupferschiefer Andeutungen ähnlicher Abweichungen und daher auch einige Uebereinstimmung damit wahrzunehmen ist. Eine Altersbestimmung des Schiefers kann nach den besprochenen Pflanzenresten vorläufig nur dahin abgegben werden, dass die Aehnlichkeit mit jurassischen Formen zunächst auf Glieder der Juragesteine hinweist, dass aber nach den bemerkten Analogieen mit dem Kupferschiefer die Möglichkeit nicht ausgeschlossen ist, hier Dyasgebilde vor sich zu haben. Von einer weiteren in Aussicht gestellten Sendung dieser Pflanzenreste hofft der Vortragende hierüber Entscheidung zu erhalten.

Hierauf macht Herr Borggreve eine vorläufige Mittheilung über eine eigenthümliche Art von Dichogamie, welche die monöcische Gattung *Abies*, insbesondere die in Deutschland am meisten verbreitete Art derselben, *Abies excelsa* DC. (Fichte, Rothtanne), zeige. Unter den sehr mannigfaltigen und neuerdings von einigen Botanikern mit besonderem Eifer untersuchten, weil hochinteressanten Einrichtungen, mittels welcher bei den Zwittergewächsen die Befruchtung der weiblichen Blüthentheile durch den von demselben Individuum producirten Pollen in der Regel ausgeschlossen, wenn auch meist nicht absolut unmöglich gemacht wird, ist bekanntlich die sogenannte Dichogamie (zeitlich getrenntes Reifestadium der von einem Individuum erzeugten männlichen und weiblichen Sexualorgane) die verbreitetste. Eigentlich und ursprünglich ist allerdings dieser technische Ausdruck wohl nur auf zwitterblüthige Gewächse angewandt worden. Es steht aber meines Erachtens nichts entgegen, ihn auch auf Monöcisten auszudehnen, bei welchen die Erscheinung ebenfalls und nach Auftreten und Effect in wesentlich gleicher Weise vorkommt. Beispielsweise zeigen nach meinen Untersuchungen sehr viele, vielleicht die meisten Individuen der gemeinen Hasel wie anderer Cupuliferen eine mehr oder weniger ausgeprägte Protandrie (Frühreife der Männchen), merkwürdiger Weise einzelne aber auch Protogynie! Ohne für jetzt auf diese zeitliche Dichogamie näher einzugehen, wollte ich mir nun erlauben, darauf aufmerksam zu machen, dass manche Monöcisten, insbesondere die Arten der Gattung *Abies*, bei ihrer Blüthenentwicklung

Digitized by Google

noch eine andere hieher gehörige Eigenthümlichkeit zeigen, welche meines Wissens bisher in der botanischen Literatur nicht zur Sprache gebracht, resp. richtig gewürdigt ist und welche man als örtliche Dichogamie bezeichnen könnte. Vielfache Untersuchungen blühender Fichten in den verschiedensten Theilen unseres Vaterlandes ergaben stets, dass jedes Individuum sämmtliche weiblichen Blüthen in der obersten Region der Krone trägt, während die männlichen viel tiefer, in der mittleren und selbst unteren, sich befinden. Gleiches dürfte auch für die zweite einheimische Art der Gattung, *Abies pectinata* DC., gelten; denn wenn ich selbst auch nicht die Gelegenheit gehabt habe, viele mannbare Individuen derselben zur Blüthezeit zu untersuchen, so deutet das reguläre und ausschliessliche Vorkommen von Zapfen in der obersten Wipfelregion doch auch bei ihr auf eine ähnliche Vertheilung der Blüthen hin. Durch diese Einrichtung nun dürfte die Selbstbefruchtung in der Regel ausgeschlossen sein! Denn abgesehen von der unmittelbaren Nähe senkrechter oder fast senkrechter Felsabstürze, Mauern etc., dürfte eine völlig verticale Luftströmung, welche die Pollen der Männchen den gerade und hoch über ihnen angehefteten Ovulis der Weibchen zuführen könnte, 10—30 Meter über der Erdoberfläche wohl nur äusserst selten, vielleicht nie zu constatiren sein. Horizontale so wie schräg an- oder absteigende Luftströmungen können aber in der Regel nur die Pollen des einen Individuums den Ovulis anderer, insbesondere benachbarter zuführen; und sonstige Motoren, z. B. Insecten, dürften bei der Vermittlung der Befruchtung unserer Gymnospermen wohl überhaupt kaum eine namhafte Rolle spielen. Wenn ich mich nun hiernach längst a priori überzeugt hielt, dass die Wechselbefruchtung auch bei den meisten Monöcisten — und zwar bei der Gattung *Abies*, bei welcher ich eine auffallende Protandrie oder Protogynie bisher nicht habe constatiren können, wesentlich aus dem erörterten Grunde — die Regel bildet, so habe ich für diese letztere Ansicht nun kürzlich hier in der Nähe einen gewisser Massen experimentellen Beleg gefunden, der sehr zu ihren Gunsten spricht, wenn er auch noch einer eingehenden Prüfung bedarf, wie ich sie vorläufig noch nicht Gelegenheit hatte, vorzunehmen. Innerhalb der Ringmauern der etwa eine Stunde von Euskirchen belegenen Ruine Hardtburg steht nämlich ganz isolirt ein weit über 100 Jahre altes Exemplar von *Abies excelsa* DC., in weitem Umkreise das einzige mannbare! (Die im Rheinland bekanntlich nicht spontan vorkommende, sondern eingeführte und häufiger erst in den letzten 3—4 Decennien im Walde angebaute Fichte beginnt nämlich in der Regel erst im 35- — 50jährigen Alter zu fructificiren.) Von diesem Exemplar soll nun nach Mittheilung hiesiger Forstbeamten, der lange Jahre auf Hardtburg stationirte, kurz vor meiner Hierherkunft verstorbene Revierförster Borchmeyer wiederholt Sa-

Digitized by Google

men gesammelt und im Garten ausgesäet haben, ohne jemals junge Pflanzen aus demselben zu erzielen. Besucher der Hardtburg wurden öfter von ihm darauf aufmerksam gemacht, dass diese »merkwürdige« Fichte nur tauben Samen producire. Wir haben also hier einen Fall, in welchem 1. ein scheinbar alle Bedingungen der Fortpflanzungsfähigkeit in sich vereinigendes Zwitter-Individuum bei wiederholten Versuchen fortpflanzungsunfähig erschien und in welchem für dieses Individuum 2. eine Wechselbefruchtung kaum oder nur ausnahmsweise durch besondere Verkettung glücklicher Umstände vorkommen konnte — was wenigsten bei unseren »geselligen« Waldbäumen nicht häufig der Fall ist und somit gewisse wesentliche, sonst schwer herzustellende Bedingungen eines dem Befruchtungsprocess dieser Gewächse gewidmeten Experiments involvirt. Es wird nunmehr erübrigen, durch genaue Untersuchung und Prüfung der Blüthen und Samen des bezeichneten interessanten Baumes festzustellen, ob nicht andere Momente bei den negativen Aussaatergebnissen massgebend oder doch mitwirkend gewesen sein dürften, worüber ich mir seiner Zeit weitere Mittheilungen zu machen erlauben werde. Schliesslich bemerke ich nur noch, dass die in botanischen Gärten etc. so oft gemachte Erfahrung, nach welcher die Pistille, resp. Samenknospen der (meist) in einzelnen Individuen acclimatisirten zwittrigen Bäume und sonstigen Gewächse nur selten (wenn auch allerdings Ausnahmen vorkommen) keimfähige Früchte oder Samen erzeugen, wenigstens in sehr vielen Fällen wohl ebenfalls auf den Mangel einer Wechselbefruchtung zurückzuführen sein dürfte, — dass wenigstens die sehr gewöhnliche, aber eigentlich doch sehr vage Hinweisung auf »das ungeeignete Klima« als eine wissenschaftliche Erklärung dieser zweifellos sehr interessanten Erscheinung keinenfalls gelten kann.

Geh.-Rath Busch hielt schliesslich einen Vortrag über Unterleibsbrüche, insbesondere Darmschlingen und deren Bildungsweise.

Chemische Section.

Sitzung vom 16. Januar 1875.

Anwesend: 12 Mitglieder und 4 Gäste.

Vorsitzender: Prof. Kekulé.

Dr. Kreusler sprach über die angebliche Umwandlung des Rohrzuckers unter dem Einflusse des Lichtes. Nach Angabe von Raoult[1]) soll reiner Rohrzucker in wässriger Lösung

1) Comptes rendus 1871, Bd. 73, S. 1049.

Digitized by Google

unter der Einwirkung des Lichts allmählich in Glycose übergeben, selbst unter Verhältnissen, wo Luft und Ferment völlig ausgeschlossen bleiben. Die von Raoult (a. a. O.) beschriebenen Versuche sind von dem Vortragenden wiederholt worden, haben jedoch ein durchaus abweichendes Resultat ergeben. Reine Zuckerlösungen, welche in luftleer gekochten Röhren 11 Monate lang dem Lichte (und zwar häufig den directen Sonnenstrahlen) ausgesetzt worden waren, hatten nach Verlauf dieser Zeit keinerlei Veränderung erlitten, gaben nicht die geringste Glycose-Reaction und zeigten unverändertes Drehungsvermögen.

Anders stellten sich, wie vorauszusehen, die Resultate, sobald die Luft bei den Versuchen nicht sorgfältig genug ausgeschlossen blieb und mögen hierauf die abweichenden Beobachtungen von Raoult vielleicht zurückgeführt werden dürfen. In diesem Falle trat allmählich eine schwache Pilzvegetation auf, und nach der oben angegebenen Zeit fand sich der Rohrzucker zum grossen Theil in Glycose verwandelt, gleichgültig, ob die hermetisch verschlossenen Röhren belichtet oder sorgfältig vor Licht geschützt wurden. Wenn in den dem Lichte exponirten Röhren unter diesen Verhältnissen die Umwandlung eine etwas vollständigere war, so liesse sich daraus höchstens ableiten, dass das Licht die fragliche Umwandlung einigermassen begünstige, ohne aber sie specifisch zu bedingen. Eine invertirende Wirkung des Lichts an sich muss auf Grund dieser Versuche entschieden in Abrede gestellt werden, und erscheinen somit auch die praktischen Folgerungen Raoult's, betreffend den Ursprung eines Glycosegehalts im käuflichen Syrup, als unzutreffend.

Gelegentlich der letzt erwähnten Versuche wurde beobachtet, dass die unter dem Einfluss von Pilzvegetationen invertirten Zuckerlösungen eine stärkere Linksdrehung erlangt hatten, als sich für einen entsprechenden Gehalt von normalem Invertzucker berechnen würde. Ob in der That, wie es hier den Anschein hat, bei derartig langsamer, resp. unvollständiger Inversion zunächst ein Umwandlungsprodukt von überwiegendem Linkszuckergehalt resultirt, soll durch weitere Versuche genauer festgestellt werden.

Herr Siegfried Stein berichtet über die Darstellung von schwefelfreiem Roheisen. In den Werken der Bibliothek des Universitäts-Laboratoriums fand Verfasser bisher nur Einen Bericht, welcher in eingehender Weise den Einfluss von Mangan auf schwefelhaltiges Roheisen hervorhebt, und zwar in der chemischen Technologie von J. R. Wagner, IX. Jahrgang 1863. Es werden daselbst Versuche von H. Caron über Zusammenschmelzen von Mangan mit schwefelhaltigem Roheisen mitgetheilt.

In hüttenmännischen Kreisen ist man gleichzeitig durch die Praxis allgemeiner auf den Einfluss des Mangans beim Hohofenbetrieb

Digitized by Google

aufmerksam geworden. Es dürfte daher nicht ohne Interesse sein, nachfolgend einige Erfahrungen mitzutheilen. Um das seiner Zeit von dem Vortragenden kaufmännisch geleitete Hüttenwerk aufrecht zu erhalten, entschloss sich derselbe im Jahre 1860 Unterricht in der Chemie zu nehmen, um auch den technischen Betrieb des Werks verstehen und beherrschen zu können. Die Erlernung der chemischen Formeln gestattete ihm das Lesen und die Vergleichung der chemischen Analysen und zwar zunächst zweier Roheisensorten: 1) eines Spiegeleisens von Müsen bei Siegen mit $^2/_3$ Holzkohlen und $^1/_3$ Coaks aus Spatheisenstein erblasen; mitgetheilt in Fresenius' Zeitschrift für Analyt. Chemie Jahrg. II Heft 1. S. 39 ff. 2) eines Spiegeleisens der Niederrheinischen Hütte bei Duisburg mit Coaks aus manganhaltigem Brauneisenstein aus Nassau, im Jahre 1857 dargestellt. Dieses letztgenannnte Spiegeleisen ist wohl das zuerst im Ruhrkohlenrevier mit Coaks aus Brauneisenstein erzeugte. Es fand derzeit so wenig Verständniss und Anerkennung, dass dessen Production nach wenigen Wochen schon wieder eingestellt werden musste. Es erstreckte sich das Missfallen sogar auf die benutzten Erze; theils mit Recht, theils mit Unrecht. Eine Mitbenutzung von nur zwei Procent dieser Erze zur Beschickung der sonst verhütteten meist strengflüssigen Erze wurde als verderblich erachtet.

Bis ins Jahr 1856 waren andere Förderpuncte in dem betreffenden Grubenrevier in Betrieb gewesen und hatten gute brauchbare Erze geliefert. 1856 wurden neue Förderpuncte in Angriff genommen. Daselbst kam neben den Erzen eisenschüssiger Phosphorit vor, welcher jedoch als solcher selbst bis zum Jahre 1863 nicht erkannt wurde, aber in diesem Falle in die Förderung der sonst guten Erze gerieth, durch mangelhafte, wenn auch erklärliche Analyse als kohlensaurer Kalk berechnet, statt als phosphorsaurer Kalk bestimmt. Die Erze und die Gruben wurden zum Verkauf ausgesetzt, ohne dass auch nur ein Gebot erfolgte. Die benachbarten Grubenbesitzer hatten ebenfalls Ueberfluss an diesen Erzen und Gruben. Man schüttete das Kind mit dem Bade aus. Die Gruben wurden ausser Betrieb gesetzt. Ueber die Erzhalden sowohl auf den Gruben wie auf der Hütte wuchs Gras bis zum Jahre 1863. Da änderte sich die Sachlage zum Vortheil der Niederrheinischen Hütte durch Vergleichungder vorbenannten beiden Spiegeleisen-Analysen und der daraus gezogenen Schlüsse, durch entsprechende Vorschläge zur Aenderung des Betriebes auf Gruben und Hütte. Schon vom Jahre 1860 an hatte Verfasser dahin gewirkt, den Schwefel- und Siliciumgehalt im Roheisen durch Einrichtung einer billigen aber wirksamen Kohlenwäsche zu vermindern, was auch gelang. Aber die Beseitigung des Schwefels bis auf ein Minimum erfolgte erst nach Vergleichung der beiden Spiegeleisen-Analysen, welche hier mit denjenigen der zugehörigen Schlacken so wie des von Müsenhütte benutzten

Digitized by Google

ausgezeichneten Spatheisensteins von Stahlberg bei Müsen-Siegen folgen:

	I Spiegeleisen von Müsen		II Spiegeleisen von Niederrh. Hütte	
Eisen	82,860	pCt.	90,113	pCt.
Mangan	10,707	„	4,545	„
Schwefel	0,014	„	0,019	„
Silicium	0,997	„	0,919	„
Arsen	0,007	„	frei	
Kupfer	0,066	„	frei	
Phosphor	0,059	„	0,904	„
Chem. geb. Kohlenstoff	4,323	„	} 3,500	„
Sonstige Bestandtheile	0,981	„		
	100,014	pCt.	100,000	pCt.

Nebenbei bemerkt, ist dies die erste Phosphorbestimmung, welche sich in den Analysenbüchern der Niederrheinischen Hütte eingetragen findet.

	Schlacke zu I von Müsen		Schlacke zu II von Niederrh. Hütte	
Kieselerde	39,82	pCt.	36,52	pCt.
Eisenoxydul	0,61	„	Spur	
Thonerde	7,39	„	9,42	„
Kalkerde	6,29	„	36,07	„
Manganoxydul	36,62	„	13,81	„
Magnesia	7,24	„	keine	
Schwefelcalcium(?)	2,47	„	(?) 3,27	„
Phosphorsäure	keine	„	keine	
	99,94	pCt.	98,59	

Spatheisenstein von Müsen

kohlensaures Eisenoxydul	74,47	pCt.
„ Manganoxydul	17,08	„
„ Kalkerde	1,34	„
„ Magnesia	5,75	„
in Salzsäure unlöslich	1,08	„
Feuchtigkeit	0.09	„
	99,81	pCt.

Beim Vergleich der Eisen-Analyse ergibt sich sofort, dass in 1 wie in 2 der Schwefelgehalt verschwindend gering ist, was wohl nur aus mechanisch anhangendem und in dem Eisen mechanisch vertheilten Schwefelmangan herrührt. In der Schlacke ist nämlich nicht Schwefelcalcium (berechnet nach den Anschauun-

Digitized by Google

gen der Chemiker vom Jahre 1857 resp. 1863), sondern Schwefelmangan enthalten, wie schon die grüne Farbe der Schlacken beweist. Nr. 1 war heisser erblasen, also leichtflüssiger, wodurch die Ausscheidung von Schwefelmangan erleichtert wurde, der Schwefelgehalt sich verminderte. Nr. 2 war frei von Kupfer und frei von Arsen, in dieser Beziehung also besser als Nr. 1. Der Siliciumgehalt war in 2 geringer als in 1, also war 2 auch in dieser Beziehung besser. Dagegen war der Gehalt an Mangan in 1 mehr wie doppelt so hoch als in 2. Der Schwefelgehalt war aber trotzdem in 1 nicht entsprechend stärker vermindert, wodurch obige Ansicht eine Stütze findet. In 2 war der Eisengehalt um ungefähr $7^1/_2$ pCt. grösser als in 1. In beiden Eisensorten war der Kohlenstoff als chemisch gebundener Kohlenstoff enthalten, und zwar in 1 erheblich mehr als in 2, was beim späteren Verpuddeln von 2 nicht ohne Nachtheil blieb, sowohl in Bezug auf die Ausscheidung von Phosphor als von Silicium. Nr. 1 war ganz entschieden im Vortheil gegen Nr. 2 in Bezug auf Phosphorgehalt. Letsterer rührt in 1 entschieden nicht aus den Erzen. Denn es heisst l. c. deren Analyse, dass nur Spuren von Phosphorsäure darin seien. Letztere stammt unzweifelhaft aus den angewandten Zuschlägen (nach der Schlacke zu urtheilen anscheinend von zugeschlagenem Thonschiefer) her.

Es geht aber hieraus mit aller Sicherheit hervor, dass alle Phosphorsäure, welche in der Beschickung sowohl im Erz, wie im Kalkstein, wie im Zuschlag, wie in der Asche der Brennmaterialien enthalten ist, ins Roheisen übergeht; zumal die Schlacke keinen Phosphor noch Phosphorsäure enthielt. In der Praxis hat Verfasser auch bei der Production anderer Eisensorten diese Beobachtung gemacht. Der Einfluss des Mangans erstreckt sich daher nur auf die Beseitigung des Schwefels und auf die Umwandlung des Graphits in chemisch gebundenen Kohlenstoff und hierauf beruht die Wirkung des Zuschlags von Spiegeleisen oder Manganeisen beim Bessemern. Wurde beim Betrieb auf graues grobkörniges Giessereieisen die Beschickung durch Zuschlag geringer Mengen manganhaltiger Erze derart geändert, dass auch nur ein und ein halb Procent Mangan in das Eisen überging, so wurde letzteres weiss und hart, d. h. der Graphit wurde theilweise oder ganz in chemisch gebundenen Kohlenstoff umgewandelt, was unter der Lupe resp. unter dem Mikroskop klar ersichtlich war. Was die beiden Schlacken-Analysen betrifft, so ist oben schon erwähnt, dass bei 1 anscheinend Thonschiefer müsse zugeschlagen sein, wenigsten deutet der gegen die Erz-Analyse hohe Thongehalt und mehr noch die Kieselerde mit 39,82 pCt. darauf hin. Vielleicht ist kalkspäthiger Rotheisenstein, sogenannter Flussstein, zugeschlagen? Bei 2 wurden 18 pCt. Kalkstein (Eifelkalk aus dem Bergischen) zugeschlagen, und die Kalkerde hieraus ersetzte das Manganoxydul in 1 zur Sättigung der entsprechenden Menge Kieselerde. Die

Digitized by Google

Schlacke 1 ist aber leichtflüssiger wie Schlacke 2. Bezieht man den Gehalt beider Schlacken an Manganoxydul auf den Mangangehalt in den betreffenden Eisensorten, so ergiebt sich, dass in 2 aus den Erzen mehr Mangan ins Eisen übergegangen war wie in 1. Die Proportion 4,5 : 10,7 = 13,3 : x ergiebt für x nur 31,7 während in Schlacke 1 noch 36,02 Manganoxydul enthalten sind, trotzdem aus dem kohlensauren Manganoxydul des Spateisensteins das Mangan leichter zu reduciren sein dürfte als aus den dichten manganhaltigen Brauneisensteinen.

In der Hauptsache führten diese Vergleichungen zu folgenden Resultaten:

Von Rothbruch des auf der Niederrheinischen Hütte von 1863 ab producirten Roheisens und daraus dargestellten Stabeisens war nicht mehr die Rede, so viel schwere Arbeit, Mühe und Kosten zur Beseitigung des Schwefels auch vorher, oft ohne Erfolg, waren aufgewendet worden.

Der Phosphorgehalt wurde zwar bedeutend vermindert, sobald die unrichtige Analyse als solche erkannt und der Phosphorit aus den Erzen ausgehalten war. Durch geologische Vergleiche schloss Verfasser in dem betreffenden Grubenrevier noch Lagerstätten auf, die bis dahin unbekannt waren, deren Erze sich an Eisen reicher und an Phosphorsäure ärmer zeigten. Die benachbarten Grubenbesitzer nahmen den Betrieb auch wieder auf, als diese Thatsachen bekannt wurden. Um diese Zeit schied Verfasser aus der hüttenmännischen Praxis, die Lösung des Problems, den Phosphor ganz aus dem Roheisen resp. Stabeisen und dem Stahl auszuscheiden, einer späteren Zeit vorbehaltend, aber ohne Ruhe verfolgend. Der Werth der gewonnenen Resultate dürfte sich dadurch am besten charakterisiren, dass die Niederrheinische Hütte einige Jahre später einen grösseren anderweitigen Gruben-Complex mit ähnlichen manganhaltigen Erzen für mehrere hunderttausend Thaler erwarb, um stetig hochmanganhaltiges Roheisen produciren zu können.

Schliesslich verlas Prof. Kekulé ein Schreiben des Herrn Prof. vom Rath, in welchem derselbe Bericht erstattet über einen in der Naturforschenden Gesellschaft zu Zürich am 4. Jan. 1875 von Herrn Dr. Baltzer gehaltenen Vortrag: »Ueber eine von ihm gemachte geologisch interessante und auch für die Theorie der vulkanischen Aschen wichtige Beobachtung, dass der Krater der Insel Vulcano (Gruppe der liparischen Inseln) am 7. Sept. 1873 eine Tridymit-Eruption gehabt habe.«

Digitized by Google

Medicinische Section.

Sitzung vom 19. Januar 1875.

Vorsitzender: Prof. Binz.

Anwesend: 16 Mitglieder.

Prof. Köster sprach über die Entstehung der spontanen Aneurysmen und die chronische Mesarteriitis.

Der allgemein angenommenen Erklärungsweise, dass die spontanen oder sog. wahren Aneurysmen durch chronische Endarteriitis und ihre Metamorphosen entstehen, treten verschiedene Bedenken entgegen: 1. dass Aneurysmen an sonst ganz gesunden Arterien aufsitzen, 2. dass die Endarteriitis eine ungemein häufige, die Aneurysmen aber, namentlich in Deutschland, eine ausserordentlich seltene Veränderung sind, 3. dass die intima an kleineren Arterien viel zu dünn ist, als dass sie dem Blutdrucke einen besonderen Widerstand entgegensetze, dass mithin nach deren Erkrankung oder Zerstörung noch kein Grund zur Ausbuchtung der Arterienwand gegeben ist und 4. dass nach statistischen Zusammenstellungen von Lisfranc und Crisp die Häufigkeit der Aneurysmen in das mittlere Lebensalter fällt, während das Atherom der Arterien eine Erkrankung des höheren Alters ist. Der letztere Einwand ist auch schon von Helmstedter gemacht. — Kleine Grübchen in der Aortenwand, die Letzterer untersuchte, aber auch noch grössere schon wirklich als kleine Aneurysmen zu bezeichnende Ausbuchtungen grosser Arterienstämme bildeten die Objekte der Erforschung des Vortragenden. Er fand wie Helmstedter mitten in der muscularis zahlreiche helle Flecke, kann aber in diesen nicht eine einfache und primäre Zerreissung der elastischen Fasern erkennen, sondern erklärt sie für Entzündungsstellen mit bindegewebiger Wucherung, wie bei Lebercirrhose oder partieller interstitieller Nephritis. Dafür spricht, dass sie alle mit einem Stiel bis zur adventitia reichen, dass in ihnen regelmässig Gefässe existiren d. h. dass sie um die vasa nutritia herum sich entwickeln und dass in dem Stiel die ein- und austretenden Arterien, Venen und auch Lymphgefässe liegen; ferner dass regelmässig in der adventitia an den Eintrittsstellen der Gefässe und um diese herum eine zellige Bindegewebswucherung zu erkennen ist. Die Entzündung beginnt also um die vasa nutritia herum an der Aussenseite der Gefässe, geht mit diesen senkrecht in die muscularis hinein und verbreitet sich innerhalb dieser am stärksten gerade da, wo die vasa nutritia sich capillar auflösen und nach des Vortragenden Untersuchungen im rechten Winkel umbiegen, um sich circulär und parallel der Längsrichtung des Gefässes zu verzweigen. Nicht selten gehen die Entzündungsflecke schief durch die ganze muscularis hindurch bis zur intima, immer im Verlauf

Digitized by Google

der Gefässe, die bis zu dieser, ja in seltenen Fällen sogar in diese sich erstrecken. Unter diesen Umständen ist dann sehr häufig auch die intima entzündlich verdickt. Durch diese fleckweise auftretende chronische Mesarteriitis geht die muscularis (elastische Fasern und Muskelzellen) zu Grunde, bis schliesslich nur noch kleine Schollen von Muskelsubstanz die Media erkennen lassen. Intima und verdickte Adventitia verwachsen zu einer einzigen Membran von gleichartiger histologischer Structur, die sehr gefässreich ist. Eine Trennung oder Abgrenzung beider Häute existirt nicht mehr. Diese Stellen, in denen häufig noch Reste von Muskelsubstanz eingeschlossen sind, werden ausgebuchtet und stellen dann das Aneurysma dar. Dieses entsteht also nicht durch Endarteriitis, sondern durch Mesarteriitis. Alle früheren Unterscheidungen zwischen A. verum, A. verum mixtum externum et internum und dergl. hält der Vortragende nicht für stichhaltig, da sich nach der Ausbuchtung nicht mehr erkennen lässt, wie viel Antheil an der Bildung des Sackes die intima oder die adventitia hat, und da die muscularis höchstens nur noch in Resten, niemals aber in Continuität in der Wandung des Sackes vorhanden ist.

Dr. Walb berichtet über einen Fall von Tuberculose der Conjunctiva, der auf der hiesigen Augenklinik zur Beobachtung gelangte und in Kurzem ausführlicher veröffentlicht werden wird.

Prof. Doutrelepont legte zwei Speichelsteine vor, welche er einer Frau von 46 Jahren aus dem Ductus Whartonianus, dem häufigsten Sitze derselben, entfernt hatte. Patientin, welche sonst immer gesund gewesen war, bemerkte gegen Mitte Oktober 1874 eine Geschwulst unter dem linken Unterkiefer und unter der Zunge, welche besonders beim Kauen schmerzte. Nach Anwendung verschiedener Mittel während 5 Wochen, zuletzt von Cataplasma, verging die Geschwulst unter dem Kiefer, diejenige unter der Zunge blieb bestehen. Am 9. December stellte sich Patientin D. vor, welcher in dem ausgedehnten Ductus Whartonianus einen harten Körper fühlte; die glandula submaxillaris war weder schmerzhaft, noch geschwollen. Bei Druck auf den ausgedehnten Speichelgang entleerte sich ein dicker, zäher Speichel. Mit einer feinen Sonde stiess man in der Mitte des Gangs auf einen harten Körper, welcher beweglich war und nach Spaltung des vorderen Theils des Ductus mit einer Tenette entfernt wurde. Der Stein war 8 Mm. lang, 5 Mm. breit und 4 Mm. dick; an dem einen Ende war er platt abgeschliffen, während die andern Flächen rauh waren. Eine fernere Untersuchung mit der Sonde zeigte keinen anderen Stein, der vermuthet werden musste.

Digitized by Google

Am 17. December stellte sich Patientin wieder vor, da die Geschwulst im Munde nicht nachgelassen hatte. D. fand einen zweiten Stein 6 Cm. von der Mündung des Ductus Whartonianus entfernt und extrahirte denselben mit einem flachen Ohrlöffel. Dieser Stein war olivenförmig, 12 Mm. lang, 6 Mm. breit und 4 Mm. dick und zeigte eine Facette entsprechend der des kleinen Steins an dem einen Ende. Dieser Stein muss nach der ersten Operation in der Drüsensubstanz selbst noch gewesen sein.

Der Durchschnitt der Steine zeigt einen geschichteten Bau mit weisslichem Kern und diesen umgebenden gelblich grauen Schichten. Ein Fremdkörper, der die Entstehung der Steine verursacht haben könnte, fand sich nicht, eben so wenig ein feiner Canal in den Steinen. Die chemische Analyse ergab:

In Wasser löslich { Organische Materie 0,19
Kochsalz 0,06

In Salzsäure löslich { dreibas. phosphorsauren Kalk 81,65
Kohlensaurer Kalk 12,60
Spur von Eisen, Magnesia, Natron.

In Salzsäure unlösliche organische Materie nebst Spuren von Kieselsäure-Verbindungen 5,02.

Keine Spur von Rhodankalium.

Dr. von Mosengeil demonstrirt einen Sessel, der von Herrn Burgwinkel in Aachen nach einem amerikanischen Modell gefertigt und im höchsten Grade als Krankenstuhl zu empfehlen ist. Er vereint mit grösster Bequemlichkeit und Zweckmässigkeit die Möglichkeit, vom Patienten, der auf ihm sitzt, auf's Leichteste in jeden Grad der Schrägstellung von Lehne und Fussbrett gebeugt werden zu können, vor- und rückwärts; er lässt sich zum Bett horizontal legen, ist auf Rollen fahrbar und kann nach Abnahme der aufgelegten Polster in seinem lediglich aus Eisen bestehenden Gestell zu einer Art Cubus zusammengeklappt werden, in dessen unterem Theil die Polster zu bergen sind. Der civile Preis von 55—60 Thalern je nachdem Ledertuch oder Reps zur Anfertigung genommen ist, empfiehlt das elegante Möbel selbst dem Gesunden. Ein bewegliches Tischchen am Stuhl lässt ihn zum Essen, Lesen und Arbeiten in bequemster Stellung benutzen.

Dr. Madelung spricht über die Entstehung einiger Formen von Gelenkfracturen.

Prof. Busch legt Photographien einer seltenen Krankheitsform, welche er erst zweimal beobachtet hat, des Cystoides der Nasenbeine vor. Die beiden Platten der Nasenbeine sind durch eine colloide Ansammlung auseinandergedrängt. Die äussere Platte wird dadurch so ausgebuchtet, dass an

Digitized by Google

der Nasenwurzel sich unter verdünnter Haut eine Geschwulst erhebt, welche die Grösse einer starken Wallnuss oder eines kleinen Apfels erreichen kann. Bei der Ausdehnung hat die äussere Knochenplatte eine starke Verdünnung erfahren, so dass sie sich durch Druck einbiegen lässt, wobei zuweilen das bekannte Knistern der feinen Knochenbälkchen gehört oder gefühlt wird. An einigen Stellen ist die Usur des Knochens vollständig, so dass man nur noch durch Weichtheile von dem fluctuirenden Inhalte getrennt ist. Wenn das Uebel einigermassen vorgeschritten ist, ist die Fluctuation so deutlich, die Verdünnung der Knochen so bestimmt nachzuweisen, dass man bei den genau umschriebenen Grenzen der Geschwulst über die Diagnose nicht zweifelhaft sein kann.

So wenig wir über die Entstehung der Knochencystoide wissen, so leicht ist die Therapie, wenn die Krankheit einen so kleinen Knochen befällt. Es ist nicht nothwendig, die erkrankten Nasenbeine zu entfernen, wodurch nothwendigerweise eine grosse Entstellung hervorgebracht werden würde. Man spaltet die Haut in der Mitte von der Nasenwurzel an in der Längsrichtung, präparirt sie jederseits etwas zurück und excidirt dann von der verdünnten Knochenlamelle ein so grosses elliptisches Stück, dass die zurückbleibenden Theile der äusseren Platte ungefähr die normale Nasenwurzel bilden würden, wenn sie aus starkem Knochen beständen. Bei dieser Operation fliesst natürlich der zähflüssige Inhalt aus und man überzeugt sich dabei auch davon, dass die innere Platte der Nasenbeine ebenfalls nach innen ausgebuchtet ist. Wenn nun die äussere Schnittwunde sorgfältig genäht ist und nur der untere Wundwinkel durch ein eingelegtes Drainröhrchen offen gehalten wird, um alles Secret abzuführen, so füllt sich die Höhle vollständig mit Granulationen, während die äussere, vorher sehr verdünnte Lamelle kräftige Knochenneubildung in sich aufnimmt. Auf diese Weise kommt es zur Heilung, ohne dass die geringste Entstellung hinterlassen wird. Während die Höhle verödet, hat sich ein fester Knochensattel ausgebildet, welcher von einem normalen Nasenbeine nicht zu unterscheiden ist.

Prof. Binz legt eine Arbeit von J. Harley in London vor: »Der Gebrauch von Conium maculatum in Fällen von krankhaften Muskelbewegungen.« Bd. 57 der Medico-Chirurgical Transactions of the Royal Society. 1874. Diese Publication bildet einen wichtigen Beitrag zur Kenntniss der noch wenig untersuchten therapeutischen Eigenschaften des Coniin. Sie zeigt, dass manche Muskelpartien durch es erschlafft werden können, ohne gleichzeitige Beeinträchtigung der sensoriellen oder sonst wichtigen Functionen.

Der erste Fall betrifft chronische intermittirende Krämpfe des rechten Pectoralis und der linksseitigen Hals- und Nackenmuskeln bei einem 44jährigen Manne; der zweite das nämliche Leiden in

Digitized by Google

etwas veränderter Gruppirung bei einem 40jährigen Manne; der dritte Epilepsie und epileptische Hemiplegie bei einem 5jährigen Mädchen. Dort scheint beidemal langdauerndes Ueberarbeiten den Zustand herbeigeführt zu haben, hier begannen die Krämpfe sieben Wochen nach einem heftigen Fall auf die linke Schläfe. Die Zustände gehörten bereits zu den inveterirten. Bei allen drei Individuen trat von dem Tage an, wo Succus Conii (von ℥ij bis zu ℥IV) einigemal täglich gereicht wurde, ganz wesentliche Besserung ein [1]). Bedenkt man, welche Schwierigkeiten die Behandlung des krampfhaften Torticollis [2]) und epileptiformer Krämpfe sonst darbietet, so fordert dieser Erfolg, in welchem die Beziehungen des Medicamentes zur Krankheit deutlich zu sein scheinen, zu weiterer Prüfung auf.

J. Harley stellte die Patienten, dem St. Thomas-Hospital angehörig, der Gesellschaft vor, nachdem er ihnen kurz vorher wieder Schierlingssaft gegeben hatte. Es zeigte sich an ihnen: Vollständige Relaxation der quergestreiften Muskeln, deutlich am meisten der von Kopf und Hals. Der Orbicularis ist wie gelähmt. Die Bewegungen des Augapfels sind sehr träge, Kauen und Schlingen fast unmöglich. Das Sprechen erfolgt nur mühsam; die Stimme ist rauh wegen Erschlaffung der Larynxmuskeln. Herz und Athmung sind normal, Gefühl und Bewusstsein vollständig, die Stimmung ruhig. Nirgends Anästhesie. Eine Gefahr bestehe im Herbeiführen der genannten Symptome beim Menschen keineswegs. Im Allgemeinen könne man sagen, dass bei mässigen Gaben des Saftes jeder Unze etwa eine Stunde Dauer der Erscheinungen entspricht. — Harley weist darauf hin, dass dieser Erfolg auch chirurgisch und ophthalmiatrisch zu verwenden sei, überall da, wo irgend einem Eingriff eine Muskelspannung entgegentrete. Die Abwesenheit der Gehirnnarkose bilde dabei ein wesentlich vortheilhaftes Moment.

Der erstgenannte von den vorgestellten Patienten wurde wegen Mangels an frischem Schierlingssaft aus St. Thomas entlassen, fand aber Aufnahme in Guy's Hospital. Hier erhielt er wieder Conium. Der behandelnde Arzt, Dr. F. Taylor, summirt seine ausführlicher mitgetheilten Beobachtungen in Folgendem: 1) Der Effect einer vollen Gabe (4—6 Unzen bei einem Manne), die Krämpfe zu mildern und Ruhe und Schlaf herbeizuführen, ist sehr ausgesprochen. 2) Beim Andauern der Behandlung hörten die leichteren Bewegungen ganz auf, andere aber wurden nur gemildert. 3) Nach Dauer von 5 Wochen Behandlung mit vollen Gaben erzeugte das Aussetzen der Behandlung wieder Zunahme der Krämpfe. 4) Die häufigen grossen Gaben

---

1) Der Succus Conii der Engländer ist ein dünnflüssiges wässriges Extract.

2) Vgl. W. Busch über die Anwendung des Glüheisens in solchen Fällen. Diese Berichte vom 20. Januar 1873.

Digitized by Google

riefen geistige Depression hervor, welche wohl in manchen Fällen eine ausreichende Beobachtung verbieten wird.« Harley klagt über die Unzuverlässigkeit der Präparate. Am meisten bewährten sich die, welche von nicht zu jungen Pflanzen gewonnen waren (from plants in a more advanced stage of development than those commonly employed). Da wahrscheinlich das reine Coniin der Träger aller Wirkungen des Fleckschierlings ist, so scheint es dem Vortr. geboten, mit diesem (jetzt in Deutschland officinellen) Präparat die Harley'schen Beobachtungen weiter zu prüfen und zu erneuern, denn wegen der Flüchtigkeit des Alkaloids sind die in den Officinen abgelagerten *Herba* und *Extractum Conii* nichts werth. Harley schliesst seine Mittheilung mit dem Satz, dass nach seiner Erfahrung diejenigen krampfhaften Leiden am sichersten auf den Fleckschierling reagiren, deren Ursache innerhalb der Schädelhöhle liegt.

Allgemeine Sitzung am 1. Februar 1875.

Vorsitzender: Prof. Troschel.

Anwesend: 17 Mitglieder

Geh.-Rath v. Dechen bespricht das so eben von dem k. k. Hofrath, Direktor der geologischen Reichsanstalt, Franz Ritter von Hauer herausgegebene Werk: Die Geologie und ihre Anwendung auf die Kenntniss der Bodenbeschaffenheit der Oesterr.-Ungar. Monarchie, Wien, A. Hölder, 1875. 681 S. mit 658 in dem Texte eingedruckten Holzschnitten. Dieses Werk giebt eine kurzgefasste Uebersicht der gegenwärtig allgemein angenommenen Lehren der Geologie auf 164 S., während der übrige Theil des Werkes »beschreibende Geologie« eine eingehende Darstellung der geologischen Verhältnisse des Gebietes der Oesterr.-Ungar. Monarchie enthält. Die umfassende Arbeit ist als eine Erläuterung der vor einigen Jahren erschienenen, auch in unserer Gesellschaft besprochenen geologischen Uebersichtskarte desselben Gebietes in 12 Blättern zu betrachten und ermöglicht das eingehendere Verständniss derselben in wünschenswerthester Weise. Es war wohl nur dem berühmten Leiter der geol. Reichsanstalt, dem Herausgeber des grossen, als vorzüglich anerkannten Kartenwerkes möglich, das in den Jahrbüchern und Verhandlungen der Reichsanstalt und der Wiener Akademie der Wissenschaften massenhaft angehäufte Material zu einer so klaren, in sich zusammenhängenden und vollständigen Uebersicht — wie sie hier vorliegt — zu verarbeiten. Aus dem ersten allgemeinen Theile mag nur angeführt werden, dass bei der Erwähnung der Zunahme der Temperatur von der Oberfläche gegen das Innere der Erde die Bemerkung, dass in Uebereinstimmung mit den allgemeinen Gesetzen der Wärmebewegung, die

Digitized by Google

Temperaturzunahme in grösseren Tiefen nicht in gleichem arithmethischen Verhältnisse wie in geringeren Tiefen stattfindet, sondern immer langsamer wird, oder dass in grösseren Tiefen die Abstände, welche die Temperaturzunahme um einen Grad bedingen, immer grösser werden, ihre Stelle gefunden hat.

Bei der Bildung der krystallinischen Massengesteine geht der Verf. nicht in ein näheres Detail des mit einem umfassenden Apparat des Wissens in der Beobachtung geführten Streites zwischen Neptunisten und Plutonisten ein, sondern legt mit der grossen Mehrzahl der lebenden Geologen die plutonische Theorie im Allgemeinen zu Grunde, welche am besten geeignet scheint, die beobachteten Thatsachen ungezwungen zu erklären.

Auch in diesem ersten Theile wählt der Verf., wie es der ganzen Anlage des Werkes entspricht, Beispiele aus dem Oesterr. Ländergebiete. So führt er bei den erloschenen Vulkanen den Kammerbühl bei Franzensbad in Böhmen, den kleinen Krater bei Orgiofhof bei Banow, den Rautenberg und Köhlerberg in Mähren an.

Sehr bündig ist die Auseinandersetzung der Formationen als des Inbegriffs aller in einer gewissen Zeitperiode zum Absatz gelangten Gesteinsbildungen, ihrer Facies-Unterschiede, als ihrer durch abweichende Lebensbedingungen herbeigeführten Verschiedenheiten, häufig verbunden mit der besonderen petrographischen Beschaffenheit der Schichten; der nach der Fauna und Flora zu sondernden Provinzen, die sich in den jüngeren Sedimentformationen sehr wohl erkennen lassen, während die Unterschiede in den älteren immer mehr zurücktreten. So bildet der Nordfuss der Alpen und Karpathen eine scharfe Grenze zwischen zwei grossen geologischen Provinzen, der alpinen und der nordeuropäischen, innerhalb welcher noch enger gefasste Abtheilungen in der einen oder anderen Formation sich ergeben. Andere Unterschiede innerhalb der Formationen sind von der Zeit abhängig und darauf beruht die weitere Abtheilung in Glieder und Stufen. Die Bestimmung derselben hat nicht bloss wissenschaftlichen und theoretischen Werth, sondern eine eminent praktische Bedeutung, denn auf ihr beruht die rationelle Aufsuchung der nutzbaren Mineralien, die als Flötze den Sedimentschichten eingelagert sind. Nach diesen Grundsätzen ist der zweite Theil des Werkes, die geologische Beschreibung der Oesterr.-Ungarischen Monarchie eingerichtet. Es ist die Aufgabe, die verschiedenen Gebirgsarten und Formationsabtheilungen im Einzelnen zu charakterisiren, ihre geographische Verbreitung und die Art ihres Baues in den verschiedenen Gegenden, in welchen sie auftreten, zur Darstellung zu bringen. Der Verf. strebt hier eine eingehendere Kenntniss der speciellen Geologie seines Heimathlandes zu verbreiten, die in ihrer reichen Mannigfaltigkeit hinreichende Gelegenheit bietet, die meisten der wichtigeren

Digitized by Google

Gebirgsarten, Formationen und Formationsabtheilungen, so wie ihre Tektonik und ihre Verbreitungsgesetze darzustellen.

Das Schema, wonach das gesammte Material in diesem Theile geordnet ist, nimmt die Abtheilungen der Primär-, Paläozoischen, Mesozoischen und Känozoischen Formationen zur Grundlage und behandelt die beiden Reihen der Sediment- und der Massengesteine in den einzelnen Abschnitten zusammen.

Unter den Primärformationen werden die 8 getrennten Gruppen des böhmisch-mährischen Gebietes, der Alpen und der Karpathenländer geschildert, hier und in allen folgenden Abschnitten ist jedem derselben eine besondere Notiz über die nutzbaren Mineralien beigefügt. An Massengesteinen werden in diesem Kapitel behandelt: Granit, Syenit, Porphyr, Diorit, Serpentin u. s. w.

Unter den paläozoischen folgt zunächst die Silurformation. Zuerst werden die paläontologischen Charaktere derselben behandelt, und eine Reihe charakteristischer Versteinerungen in vorzüglichen Abbildungen (25) vorgeführt; diesem schliesst sich der Abschnitt über Gliederung und Verbreitung an. Dann wird die Formation in Böhmen, Ost-Galizien und in den Alpen beschrieben. Die Devonformation fehlt in dem inneren von einem Kranze der Primärformation umschlossenen Gebiete der Sedimentformationen in Böhmen gänzlich, während sie an der Aussenseite dieses Kranzes sowohl in West im Frankenwalde, in Nord in Schlesien, in Ost aber am mächtigsten im mährischen Gesenke und hier in ihren drei auch sonst bekannten Stufen auftritt. Das Vorkommen derselben in Galizien, Alpen und Karpathen ist beschränkt, in den letzteren bisher noch nicht durch charakteristische Versteinerungen sicher erkannt. Die Steinkohlenformation ist von grosser Bedeutung. Der Verf. bemerkt, dass abgesehen von jeder Theorie über die Bildung der Kohlenflötze als feststehend zu betrachten ist: dass dieselben von einer Landvegetation abzuleiten sind, dass diese Vegetation ein tropisches Klima erforderte, welches in jener Zeitperiode bis in die arktische Zone reichte, dass die Kohlenablagerungen unermesslich lange Zeiträume zu ihrer Bildung erheischten. Diese Formation wird nach folgenden geographischen Abschnitten beschrieben: im Innern von Böhmen und bei Rossitz in Mähren; im mährischen Gesenke, im Krakauer Gebiete und im Riesengebirge; in den Alpen- und in den Karpathenländern, hier besonders in der südwestlichen Ecke der Gebirge, welche Siebenbürgen umranden im Banate und der Banater Militärgrenze. Die Dyasformation in Böhmen und Mähren ist in ihrem unteren Gliede dem Rothliegenden an der Südseite des Riesengebirges am mächtigsten entwickelt, in den Alpenländern ist das interessanteste und ausgedehnteste Gebiet das Porphyrgebirge von Botzen, in dem der rothe Felsitporphyr über die sedimentären Konglomerate und Sandsteine weit-

Digitized by Google

aus vorwaltet. In den Karpathenländern verhindert der Mangel an Versteinerungen einstweilen noch die genauere Feststellung dieser Formation, der die Schichten, welche die meisten krystallinischen Inseln umgeben, wahrscheinlich zugehören. Die paläozoischen Formationen nehmen den Raum von S. 194 bis 294 ein, viel ausgedehnter sind die mesozoischen Formationen, welche bis S. 491 reichen.

Der schärfste Abschnitt in der Fauna und Flora aufeinanderfolgenden Sedimente, der gegenwärtig überhaupt bekannt ist, fällt mit der Scheide der paläozoischen und mesozoischen Formationen zusammen. Nicht nur ist kaum eine einzige Art vorhanden, welche diesen beiden Schichtenpruppen gemeinsam zuerkannt wird, sondern der Gesammtcharakter der Fauna und Flora ist durchweg verschieden. Jedoch leuchtet schon gegenwärtig ein, dass der bezeichnete Abschnitt weit schärfer erschien, bevor die Petrefakten der Triasschichten in den Alpen und Karpathen in ihrer reichen Mannigfaltigkeit bekannt waren. Der organische Inhalt der tieferen mesozoischen Schichten der grossen südeuropäischen (alpinen) Provinz überbrückt in der That schon manche der scharfen Unterschiede, welche früher die bezeichneten zwei Perioden zu trennen schien. Die Versteinerungen aus dem sogenannten Salzgebirge des Punjab in Indien umfassen Arten von echt paläozoischem Typus, theilweise ident mit Arten des europäischen Kohlenkalks, zusammen mit solchen, die an Formen aus der alpinen Trias erinnern. Die Möglichkeit wird dadurch nahe gerückt, dass sich organische Reste, welche den Uebergang von einer Periode zur anderen vermitteln, entweder in noch unerforschten Landstrichen oder in Schichten finden, die vom Meere bedeckt der Untersuchung entzogen worden. Die Organismen der mesozoischen Periode bieten noch immer sehr wesentliche Unterschiede von den jetzt lebenden dar, stehen ihnen aber doch in vielen Beziehungen näher als die der paläozoischen Periode. Dabei treten die provinziellen Verschiedenheiten zwischen den Organismen gleichen Alters mehr hervor.

Die Triasformation wird beschrieben im Gebiete von Krakau, in den Alpenländern, wo deren mächtige und eigenthümliche Entwickelung ein näheres Eingehen in mannigfaches Detail wünschenswerth machte, und in den Karpathenländern. Die Rhätische Formation tritt in der alpinen Provinz in so bedeutender Entwickelung auf, dass die betreffenden Schichtgruppen wohl das Recht besitzen, als eine besondere Formation aus der Gesammtreihe der Sedimentgesteine hervorgehoben zu werden. Sie ist durch eine Fauna charakterisirt, welche ebenso sehr noch an Formen der Trias erinnert, als sie Vorboten der reichen Organismen der Juraperiode erkennen lässt. Ihr genaueres Studium hat wieder eine jener scharfen Grenzlinie verwischt, welche die ältere Geologie nach dem Ver-

Digitized by Google

halten in der nordeuropäischen Provinz zwischen den dort erkannten Formationen als allgemein gültig angenommen hatte. Der Name rhätische Stufe oder Rhät ist von Gümbel nach dem Vorkommen in den rhätischen Alpen gebildet, oft ist diese Schichtengruppe auch als Contortazone bezeichnet worden (nach *Avicula contorta* Portl.)

Die Juraformation zeichnet sich durch die zahlreiche Gliederung von Schichtgruppen nach deren organischem Inhalte aus. Die drei grossen Abtheilungen bezeichnet der Verf. als Lias, Dogger und Malm, dem schwarzen, braunen und weissen Jura L. v. Buch's entsprechend. Die weitergehenden Eintheilungen von Quenstedt, d'Orbigny, Oppel können stets nur eine lokale Gültigkeit beanspruchen, die zwar in manchen Fällen für ein ansehnliches Gebiet gelten, in anderen dagegen an nahe gelegenen Stellen durch Verschiedenheiten der Provinz und der Facies gestört erscheinen. Von grösserer Bedeutung scheinen die Verschiedenheiten zu sein, welche ganze Schichten-Complexe eines Gebietes gegen jene eines anderen darbieten und deren Ursachen nicht blos in Altersverschiedenheiten liegen. In dieser Weise lassen sich für die mittleren und oberen Juraschichten drei Provinzen unterscheiden. Die mediterrane wird gegen Nord durch die schon öfter als eine Scheidelinie zwischen Nord- und Süd-Europa angeführte Linie am Nordfusse der Alpen und Karpathen begrenzt; dieser Provinz gehören die Cevennen, Italien, Spanien, die Balkanhalbinsel an. Die mitteleuropäische Provinz umfasst in Oesterreich die Umgebung von Brünn und Krakau, die ausseralpinen Gebiete von Frankreich und Deutschland, dann England und die baltischen Länder, sowie die boreale Provinz oder: das mittlere Russland, das Petschoraland, Spitzbergen und Grönland. Die Verschiedenheit der Faunen scheint in klimatischen Verhältnissen begründet zu sein, welche zum ersten Male in der Juraperiode sichere Spuren ihres Einflusses auf das organische Leben zurückgelassen hätte. Die Beschreibung erstreckt sich auf ein überaus kleines Stück der Juraformation in Böhmen, eine bedeutend grössere Ausdehnung in Mähren, am Ostrand des Kranzes krystallinischer Gesteine, welcher Böhmen umgiebt, im Gebiete von Krakau, in den Alpen und Karpathenländern. Eine Reihe von Ablagerungen, die in den beiden letztern Gebieten zwischen der Jura- and Kreideformation mit einem so eigenthümlichen organischen Gehalte auftreten, dass sie mit keinem ausseralpinen Gebilde zusammengefasst werden konnten, bezeichnet Oppel als tithonische Stufe (Tithon). Sie verhalten sich ähnlich, wie die rhätische Formation zwischen Trias und Jura und ebenso ist auch der Streit, wohin das Tithon zu stellen, noch nicht abgeschlossen. Der Uebergang ist hier noch stetiger, als in jenem Falle, denn die Fauna des Tithon ist von der des Jura und der Kreide noch weniger zu trennen als die Fauna des Rhät von

Digitized by Google

Trias und Lias. Der Verf. ist der Ansicht, dass das Tithon nicht wohl als eine selbstständige Formation auszuscheiden sei, sondern dass in der mediterranen Provinz eine bedeutsamere Grenze zwischen Jura und Kreide nicht besteht und dass hier Dogger, Malm, Tithon und Neocom sich eng aneinander schliessen und nach oben von der (oberen) Kreide sehr gut abgrenzen.

Die Kreideformation wird dem Bedürfnisse des vorliegenden Gebietes gemäss in drei Hauptstufen: Neocom, Gault und obere Kreide gegliedert; die weitere Abtheilung der obern Kreide (Pläner oder Quader) von der d'Orbigny's, Cenoman, Turon und Senon eine weite Anwendung gefunden hat, findet bis jetzt noch Schwierigkeiten. Diese Formation tritt sehr ausgedehnt in Böhmen und Mähren auf. Die beiden unteren Hauptstufen fehlen, ebenso auch im Krakauer Gebiete, und im ostgalizischen Tieflande. Von hier aus stehen sie mit den weit verbreiteten Kreideablagerungen im europäischen Russland in unmittelbarem Zusammenhang. Gänzlich verschieden ist die Entwicklung dieser Formation in den Alpenländern, wo die drei Hauptstufen auftreten bei einem grossen Wechsel im Gesteins-Charakter und organischen Gehalte, bei mannigfaltigsten Provinz- und Facies-Verschiedenheiten. Von grossem Interesse ist hier der Wiener Sandstein, dessen gleichförmige Bildung vom Neocom bis in das Ober-Eocän reicht und bei dem Mangel deutlicher Petrefakten eine schärfere Gliederung und geologische Altersbestimmung bisher nur in den Nordkarpathen gegen Ost bis in die Buckowina ermöglicht hat. In dem Alpengebiete der Schweiz, der westlichen Vorarlberger und Tiroler Alpen werden sämmtliche Wiener Sandsteine (Flysch) der ältern Tertiärformation zugerechnet, in den östlicheren Alpen von Salzburg bis Wien gehört ein Theil desselben entschieden dem Neocom, ein anderer ebenso bestimmt der Eocänformation an. Bei der grossen Armuth an deutlichen Petrefakten zweifelt der Verf., dass es je gelingen werde, eine Scheidung auch nur beider Formationen und noch mehr eine weitere Trennung in einzelne Glieder hier durchzuführen. In den südöstlichen Gebieten scheint der Wiener Sandstein wieder ganz dem Eocän anzugehören. Noch ausgedehnter tritt die Kreideformation, besonderrs im westlichen Theile des Hauptkarpathenzuges auf, um sich dann nochmals in den ostsiebenbürgischen Karpathen und am Nordrande des südsiebenbürgischen Grenzgebirges, im westsiebenbürgischen Gebiete und im Banater Gebirge zu zeigen.

In der nordeuropäischen Provinz bricht das Auftreten der Massengesteine mit der Dyasformation ab, so dass die mesozoischen Formationen in derselben keine ihnen eigenthümliche besitzen, dagegen sind in den Alpen und Karpathenländern Massengesteine in diesen Formationen sehr häufig, in der Trias am mannigfaltigsten, indem zu denen der Dyas noch Monzonit, Turmalin-Granit, Ser-

Digitized by Google

pentin hinzutritt, in der Juraformation: Porphyr, Augitporphyr, Melaphyr, in der Kreideformation: Teschenit und Banatit.

Die Känozoischen Formationen werden, den Verhältnissen des vorliegenden Gebietes entsprechend, nur in drei Formationen zerlegt: die Eocän-, Neogen-, Diluvial- und Aluvialformation. Die Eocänformation ist auf die Alpen und Karpathenländer beschränkt, an deren Gebirgserhebung sie theilnimmt. Ihr tiefstes Glied wird nach dem verbreitetsten Petrefakt als Nummulitenformation bezeichnet, und darüber liegt der Wiener Sandstein (Flysch), daher Ober-Eocän. Verschieden und getrennt sind die kohlenführenden Beckenausfüllungen von Häring und Reit im Winkel. Die Neogenformation, die ihren Namen von Hörnes erhalten hat, umfasst die nach Lyell's Vorgange gewöhnlich getrennten Formationen des Miocän und Pliocän und greift auch noch in das von Beyrich geschiedene Oligocän ein. Diese Formation erfüllt im Allgemeinen grössere Becken, aber auch kleinere Mulden und Thalgebiete. Die Hauptgestaltung der Gebirgsgruppen war bereits von dieser Periode in den meisten Theilen von Europa, wie gegenwärtig, nur war das Niveau im Ganzen ein tieferes, so dass das Donauthal und die lombardische Ebene vom Meere bedeckt war und grosse Binnenseen sich im nördlichen Böhmen und im Inneren der Alpen ausbreiteten. Kontinentale Hebungen legten dieselben trocken und die Schichten befinden sich in horizontaler Lage, oft in wenig erhärtetem Zustande, doch fehlt es auch nicht an Hebungen und Aufrichtungen in den Alpen, welche in der Neogenzeit sich ereignet haben und zwar um so jünger, je weiter nach West. Die östlichen Karparthenländer wurden dagegen durch Ausbrüche gewaltiger Trachyt- und Basaltmassen betroffen, damit die Oberflächengestalt ganz verändert, und auch vielfach lokale Schichtenstörungen hervorgerufen.

Eine allgemein gültige Eintheilung der Neogenformation findet nicht bloss in der Vergleichung der in einzelnen Becken abgelagerten Süsswasserschichten mit marinen Gebilden von verschiedener Facies Hindernisse, sondern noch mehr in dem Umstande, dass die Grenzen verschieden ausfallen, je nachdem man die Land-, besonders die Säugethierfauna, oder die Meeresfauna oder die Flora benutzt. Es werden dann die Neogengebilde im Wienerbecken nach dem alpinen und ausseralpinen Theile desselben, im oberen Donaubecken, im steierisch-ungarischen Becken beschrieben. In diesem letzteren, besonders am Nord- und Ostrande und in der Nordhälfte des ungarischen Mittelgebirges sind die Trachyte mit ihren Breccien, Konglomeraten und Tuffen von grosser Bedeutung. Dann folgen die Neogenablagerungen im Innern der Alpen, in Siebenbürgen, am Nordfuss der Karpathen und endlich in Böhmen. Die Diluvial- und Alluvialformation trennt sich leicht von einander; die erstere findet sich an Stellen abgelagert, an welche die heutigen Gewässer auch bei ihrem höchsten Stande

Digitized by Google

nicht mehr emporreichen, bei derem Absatze die Oberflächengestalt von der heutigen mehr oder minder verschieden war und welche Reste ganz ausgestorbener oder nur noch im hohen Norden lebender Thiere einschliesst. Die letztere dagegen wird noch fortdauernd von den heutigen Gewässern abgelagert und enthält nur Reste von jetzt lebenden Organismen. Die Diluvialformation ist ganz besonders durch die in ihrem Verlauf eingetretene Temperatur-Erniedrigung, durch die »Eiszeit« im Gegensatze zu den älteren Perioden der Erdschichte ausgezeichnet, deren Spuren in unverkennbaren Zügen in der anorganischen, wie in der organischen Natur ausgeprägt sind. Die Eiszeit nimmt nur einen Theil der Diluvialperiode ein. An der Mündung der Alpenthäler zeigt sich der Moränenschutt, wie am Nordrande des Gmundner See's, bei Pitten im Wienerbecken, am Rande der Südalpen gegen die lombardisch-venetianische Ebene; in den Karpathen, denen gegenwärtig Gletscher fehlen, liegen ungeheure Moränen an den Gehängen der Tatra. Die erratischen Blöcke der norddeutschen Ebene, welche aus Skandinavien stammen, reichen bis in die Umgegend von Troppau. Die Wiederholung der Eiszeit durch eine Periode mit gemässigtem Klima getrennt, welche von Heer in der Schweiz nachgewiesen worden ist, hat in den österreichischen Alpen noch nicht constatirt werden können. Gleichzeitig mit der zweiten Glacialbildung erscheinen die frühesten Spuren des Menschengeschlechtes, die ältere Steinzeit. In Mähren bei Joslowitz ist unter einer 15 M. mächtigen Lössdecke eine 15 Cm. dicke Kulturschicht mit bearbeiteten Hornsteinsplittern, Holzkohlen und Knochen von *Elephas primigenius* gefunden worden.

Mit der Beschreibung dieser Formation in der österreichisch-ungarischen Monarchie schliesst dieses wichtige und bedeutsame Werk.

Prof. Schlüter sprach über die Gattung *Turrilites* und die Verbreitung ihrer Arten in der mittleren Kreide Deutschlands unter Vorzeigung von Originalexemplaren.

A. Arten des Cenoman.

1. *Turrilites Scheuchzerianus*, Bosc. Sowerby. [1]).

Das Gehäuse schlank, die flache Aussenseite mit einfachen, durch breitere Intervalle getrennten Rippen verziert. Auf den Anfangswindungen sind die Rippen manchmal in der Mitte unterbrochen.

Kammerwände weit entfernt; ihre Nähte wenig zerschnitten; der obere auf der Kante gelegene Laterallobus dreitheilig, der untere, welcher von der folgenden Windung ganz verdeckt wird, zweitheilig, der erste Sattel doppelt so gross wie der zweite; unregelmäsig eingeschnitten. Der Sipho innerhalb der Umgangsnaht und deshalb von der vorhergehenden Windung verdeckt.

1) Sowerby, Miner. Conchol. pag. 171 tab. 75, fig. 1—3.

Digitized by Google

Die Art ist einer der verbreitetsten Turriliten der deutschen Kreide. Sie gehört allen drei Gliedern des Cenoman an, der Tourtia, dem Varians- und dem Rotomagensis-Pläner, sowohl in Westfalen wie in den subhercynischen Hügeln; weiter östlich nicht gekannt.

2. *Turrilites costatus*, Lamarck.[1])

Das Gehäuse schlank, die convexe Aussenseite mit Rippen und zwei Reihen Höcker, welche mit jenen correspondiren, verziert. Die untere Reihe gewöhnlich vom folgenden Umgange verdeckt. Nahtlinie wenig zerschnitten. Der obere Laterallobus liegt ganz auf der Aussenseite, sendet nach oben und nach unten zwei Aeste. Der Sipho liegt auf der Aussenseite, nahe der Umgangsnaht.

Die auf Cenoman beschränkte Art ist in Deutschland äusserst selten; sie zeigte sich bei Essen, Fröhmern, Liebenburg und Holungen. Durch Dames wurde sie auch als Geschiebe im norddeutschen Diluvium von unbekannter Herkunft nachgewiesen.

3. *Turrilites acutus*, Passy.[2])

Die Art wurde von d'Orbigny und den nachfolgenden Schriftstellern unter die Synonyma des *Turrilites costatus* gestellt, von dem sie sich durch völlig verschiedenen Lobenbau und abweichende Ornamentik unterscheidet.

Der Sipho und die Hälfte des Siphonallobus werden von der vorhergehenden Windung verdeckt. Die beiden Lateralloben liegen auf der Unterseite; auf der Aussenseite befindet sich nur ein grosser Sattel, welcher durch einen kleinen Sekundärlobus eingeschnitten wird. Statt der Rippen führt das Gehäuse spitze, etwas verlängerte Höcker.

Die Art gehört dem Cenoman an und liegt vor von Bilmerich (von F. Römer als *Turr. tuberculatus* aufgeführt), Langelsheim, Salzgitter und Rouen.

4. *Turrilites Puzosianus*, d'Orbigny.[3])

Die Art ist seit langer Zeit im Gault Frankreichs, der Schweiz, Savoyen's etc. bekannt, neuerlich auch im deutschen Flammenmergel nachgewiesen. Ein kleines Exemplar liegt vor aus dem cenomanen Pläner von Burgdorf bei Börssum.

5. *Turrilites Aumalensis*, Coquand.[4])

Das kleine Gehäuse ist characterisirt durch die niedrigen Umgänge, welche einen weiten Nabel umschliessen. Die Aussenseite ist von einer Höckerreihe, wie mit einer Perlschnur umzogen, unter derselben liegen zwei scharfe Kiele.

---

1) Sowerby, Min. Conchol. tab. 36.
2) Passy, descript. géol. de la Seine-Inferieure, tab. 16 fig. 3.
3) d'Orbigny, Paléont. franç. Terr. crét. tom. I pag. 587, tab. 143.
4) Coquand, géolog. et paléontol. de la région sud de la province de Constantine, pag. 323, tab. 35, fig. 5.

Digitized by Google

Die Art wurde von Coquand zuerst aus Nordafrika nachgewiesen. Ein zweites Exemplar fand sich bei Burgdorf unweit Börssum.

6. *Turrilites Börssumensis*, sp. n.

Gehäuse klein, schlank, mit engem Nabel. Umgänge hoch; Aussenseite flach mit undeutlichen Rippen, unter denselben 2 scharfe Kiele. Loben unbekannt.

Die Art fand sich im cenomanen Pläner bei Börssum und Salzgitter.

7. *Turrilites alternans*, sp. n.

Gehäuse klein mit mässig gewölbten Umgängen. Aussenseite mit abwechselnd stärkeren und schwächeren Rippen versehen. Gewöhnlich liegt eine schwächere Rippe zwischen zwei stärkeren, bisweilen auch zwei. Ausserdem nahe der Unterseite 2 Kiele.

Die Art fand sich im cenomanen Pläner bei Salzgitter.

8. *Turrilites Essenensis*, Geinitz. [1])

Umgänge kantig, mit drei Reihen fast gleich grosser Höcker, in jeder Reihe die gleiche Zahl, so dass sie sich zugleich zu kurzen schrägen Reihen gruppiren.

Die Art ist bisher nur aus der Tourtia bekannt und fand sich bei Essen und Quedlinburg.

9. *Turrilites Cenomanensis*, sp. n.

Umgänge kantig, mit vier Reihen gleich grosser Höcker, von denen die beiden unteren Reihen näher zusammentreten; in jeder Reihe diese gleiche Zahl, so dass sie sich zugleich zu kurzen schrägen Reihen gruppiren.

Die Art ist neben *Turrilites Scheuchzerianus* die häufigste Art des deutschen Planers und findet sich im nordwestlichen Deutschland überall im jüngeren cenomanen Pläner.

10. *Turrilites tuberculatus*, Bosc. Sowerby. [2])

Auf der Mitte der Umgänge eine Reihe sehr starker, entfernt stehender und daher wenig zahlreicher Höcker. Unterhalb derselben sich an die Umgangsnaht drängend noch drei Reihen kleiner nahestehender nnd deshalb zahlreicher Höcker.

Von *Turr. Graverianus* d'Orb. durch die völlig abweichende Lobenlinie verschieden.

Es liegen von dieser in Deutschland nicht häufigen Art Exemplare von 15 bis 100 Millimeter Durchmesser vor.

Zutreffende Abbildungen lieferten Sowerby und Mantell, das von d'Orbigny gegebene Bild ist sehr wahrscheinlich nach zwei nicht zusammengehörigen Gehäusen entworfen.

Fand sich im »Grünsand von Essen«, wie es scheint aber nur

---

1) Geinitz, Quadersandsteingebirge, tab. 6, fig. 1—2.
2) Sowerby, Min. Conchol. II, tab. 74, pag. 160.

Digitized by Google

im oberen Theile desselben; sowie im cenomanen Pläner von Salzgitter und Langelsheim.

11. *Turrilites Mantelli*, Sharpe.[1])

Die Art schliesst sich in der Gruppirung der Höcker der vorigen Art an, aber die obere Reihe zeigt kleinere Höcker und die Zahl derselben ist doppelt so gross als bei *Turr. tuberculatus*; statt 12 bis 14 sind 26 vorhanden.

Exemplare wurden gesammelt in der Tourtia von Essen und im cenomanen Pläner bei Liebenburg.

12. *Turrilites Morrisi*, Sharpe.[2])

Gehäuse schlank; Nabel eng; Aussenseite nicht gewölbt. In der Mitte der letzteren 8 bis 12 Höcker, welche etwa um die doppelte Eigenbreite von einander entfernt sind. Unterhalb dieser Reihe, nahe der Umgangsnaht noch 1 oder 2 Reihen gedrängt stehender Höcker. Lobenlinie sehr stark zerschnitten.

Ein Exemplar fand sich in einem Grünsande der Zeche Westphalia bei Dortmund, welcher wahrscheinlich den Schichten mit *Ammonites varians* entspricht.

B. Arten des Turon.

13. *Turrilites Saxonicus.*

Diese Art wurde zuerst durch Geinitz[3]) unter der Bezeichnung *Turrilites undulatus* Sow. (= *Turr. Scheuchzerianus* Bosc.) abgebildet; kurz darauf von A. Römer mit zu seinen *Turrilites polyplocus* (= *Heteroceras polyplocum*) gezogen. Letztere Bezeichnung ist bis zur Gegenwart herab die übliche geblieben. Allein diese Art bleibt viel kleiner und zeigt niemals die individuellen Verschiedenheiten, welche für *Heter. polyplocum* characteristisch sind, wie die bald schlanke Thurmgestalt, bald niedrigere Kegelform, die Bildung von Höckerreihen, das Loslösen der einzelnen Umgänge, die hakenförmige Endigung der Wohnkammer und die Kaputze der Mündung etc.

Während *Heteroceras polyplocum* den oberen Schichten der Mucronaten-Kreide eigenthümlich ist, ist *Turrilites Saxonicus* ein characteristisches Fossil für das mittlere Turon, für die Zone des *Scaphites Geinitzi* und wurde in diesem Niveau beobachtet in Westfalen, in den subhercynischen Hügeln, in Sachsen und Schlesien.

Turrilites Saxonicus ist der einzige bis jetzt im deutschen Turon aufgefundene Turrilit.

C. Arten des Emscher.

14. *Turrilites tridens*, sp. n.

Die Aussenseite des weitgenabelten Gehäuses ist mit drei Reihen spitzer Knoten oder Dornen besetzt. Die obere Reihe steht

1) Sharpe, Moll. of the Chalk, Cephal. pag. 63, tab. 25, fig. 5, 6.
2) Sharpe, l. c. pag. 65, tab. 26, fig. 4—8,
3) Geinitz, Characterist. pag. 42, tab. 13, fig. 1.

Digitized by Google

oberhalb der Seitenmitte; die zweite und dritte sehr nahe zusammengerückt an der unteren Kante. Jede Reihe enthält 16 bis 18 Knoten auf einem Umgange. Die einzelnen Knoten der verschiedenen Reihen sind durch undeutliche Rippen verbunden. Zwischen je zwei Rippen noch zwei schwächere Wellen.

Die Art fand sich im »Emscher Mergel« bei Stoppenberg unweit Essen.

15. *Turrilites plicatus*, d'Orbigny.[1])

Das kleine schlanke Gehäuse trägt auf seinen convexen, durch tiefe Suturen getrennten Umgängen zahlreiche feine Rippen, deren jede mit drei kleinen Höckern geziert ist.

Mehrere Exemplare fanden sich im »Emscher Mergel« bei Mengede in Westfalen.

16. *Turrilites varians*, sp. n.

Die Umgänge des weitgenabelten Gehäuses führen in der Jugend zahlreiche Rippen und drei Reihen entfernt stehender Höcker oder Dornen, von denen zwei der Aussenseite angehören, die dritte Reihe sich auf der Unterseite befindet und von der folgenden Windung verdeckt wird. Der letzte Umgang zeigt jene feinen, gedrängt stehenden Rippen und Höcker nicht mehr, statt derselben finden sich sehr entfernt stehende, starke leistenartig vortretende Rippen.

Mehrere Exemplare lieferte der »Emscher Mergel« bei Stoppenberg unweit Essen.

17. *Turrilites undosus*, sp. n.

Die Art ist dem *Turrilites Scheuchzerianus* verwandt, unterscheidet sich aber besonders durch folgende Umstände: der Nabel ist weit; zwischen zwei stärkeren Rippen zwei schwächere; beide Arten Rippen setzen auch auf die Unterseite fort; der Sipho liegt nicht von der vorigen Windung verdeckt auf der Oberseite, sondern zugleich mit dem ganzen Siphonallobus auf der Aussenseite; der grosse Laterallobus ist nicht dreitheilig, sondern zweitheilig.

Die Art fand sich im »Emscher Mergel« bei Stoppenberg unweit.

In jüngeren Kreide-Schichten, in der Zone der *Belemnitella quadrata* und der Zone der *Belemnitella mucronata* haben sich noch keine Turriliten gezeigt.

Redner legte sodann einen *Baculites Knorrianus* von Lüneburg vor, in dessen Wohnkammer noch die beiden zugehörigen Aptychen-Schalen stecken. Durch

---

1) d'Orbigny, Paléont. franç. terr. crét. I, pag. 592, tab. 143, fig. 7—8.

Digitized by Google

dieses Stück wird die Meinung Lundgren's[1]), dass die vom Vortragenden in seiner scandinavischen Reise für Bakuliten-Aptychen angesprochenen Schalen von Köpinge in Schweden nicht zu *Baculites* gehören, widerlegt.

Hierauf legt Prof. Dr. Borggreve der Versammlung einiges Material zur Erläuterung und Begründung der von ihm in der Sitzung vom 4. Januar c. gemachten vorläufigen Mittheilung über die Wechselbefruchtung bei einheimischen monöcischen Waldbäumen, insbesondere bei der gemeinen Fichte, *Abies excelsa* DC. vor.

Der Vortragende zeigt zunächst das obere etwa 1 Mtr. lange Ende des ca. 5 Mtr. langen Wipfels einer 10 Mtr. hohen 38jährigen Fichte. Dieses kurze Wipfelstück trägt die sämmtlichen von dem Baume im vorigen Sommer producirten Zapfenfrüchte, aber keinerlei Narben von abgefallenen männlichen Blüthenkätzchen. Die wenigen sonstigen Exemplare des im Beginne der Pubertät stehenden, bei dem Forsthaus Venne (b. Godesberg) belegenen Fichtenbestandes, welche überhaupt schon fructificirt haben (etwa 2—4% der Gesammtzahl) zeigen, wie Jeder auf einem gelegentlichen Spaziergange dorthin beobachten könne, und wie dieses überhaupt eben als Regel in den ausgedehnten Fichtengebieten des Harzes, Thüringens, Oberschlesiens, Ostpreussens, des Schwarzwaldes etc. von ihm constatirt sei, dasselbe (in der vorigen Sitzung näher erörterte) Verhältniss bezüglich der Vertheilung der Geschlechter. Bedingungsweise Ausnahmen fänden sich im Walde nur äusserst selten, etwas häufiger bei den einzeln in Gärten und Parkanlagen angepflanzten, durch warme Lage und reichlichen animalischen Dünger in ihrer Vegetation präcipitirten Exemplaren.

Dass nun die Zapfen solcher jungen Fichten, die erst zu fructificiren beginnen, in der Regel keine oder nur wenige keimfähige Samenkörner enthalten, sei schon oft beobachtet. Ja man habe diese Beobachtung, da sie auch bei einigen andern Bäumen gemacht sei, ohne Weiteres generalisirt, die Erscheinung als selbstverständlich betrachtet und es geradezu als Gesetz hingestellt, »dass junge Individuen zunächst erfolglos fructificiren müssten und erst mit zunehmendem Alter keimfähige Samen erzeugen könnten.« Dieses sogenannte Gesetz sei aber weder physiologisch begründet, noch allgemein richtig — er mache in letzterer Beziehung nur auf eine Verwandte der Fichte, die gemeine Kiefer, *Pinus sylvetris* L. aufmerksam, welche nach seinen Untersuchungen im jugendlichsten Alter (20 Jahre!) Samen mit sehr hohen (75—85) Keimfähigkeits-

1) Öfversigt af Kongl. Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar. Stockholm 1874. No. 3. tab. III, fig. 14.

Digitized by Google

procenten liefere — seine Aufstellung vielmehr lediglich als ein trivialer, unwissenschaftlicher Erklärungsversuch aufzufassen. Dass bei der Fichte erst mit dem zunehmenden Alter des Bestandes höhere Keimfähigkeitsprocente des Samens sich ergeben können, folge vielmehr nothwendig aus der räumlichen Vertheilung der Blüthen. Die in einem jungen Bestande, der weit von älteren entfernt sei, zuerst blühende Fichte könne absolut nicht befruchtet werden, weil sie zuerst nur in ihrem Wipfel und dort stets nur weiblich blühe. Erst wenn dieselben Seitenaxen, die anfangs nur weiblich geblüht, in Folge Fortwachsens der Hauptaxe dem mittleren und unteren Theil der Baumkrone mit seinem weniger energischen Saftzufluss angehören, beginnen sie auch resp. allein männlich zu blühen. Ein erfolgreiches Fructificiren könne somit erst beginnen, wenn ein oder einige Bäume des Bestandes in dieses Stadium getreten sind. Es werde selbstverständlich zunächst noch nicht reichlich stattfinden, weil von der noch relativ geringen Zahl producirter Pollenkörner nur sehr einzelne durch die natürlichen Motoren, insbesondere die Luftströmungen, den Ovulis der Nachbarstämme zugeführt werden und Selbstbefruchtung durch die räumliche Vertheilung der Blüthen, wie in der letzten Sitzung ausgeführt, nur ausnahmsweise stattfinden können.

Der Vortragende übergiebt hierauf der Versammlung eine Quantität von ihm ausgedarrten Samens der fraglichen jungen Fichte zur Prüfung, welche nach seinen Untersuchungen etwa 8—10% keimfähige Körner enthält (während Fichtensamen aus älteren Beständen oft eine Keimfähigkeit von über 90 ja bis 98% zeigt) und somit das Erörterte bestätigt, — und referirt dann weiterhin über das Resultat seiner inzwischen angestellten Untersuchungen an der in der letzten Sitzung erwähnten isolirten alten Fichte von der Hardtburg bei Euskirchen.

Nach Producirung einer grösseren Zahl von noch unausgedarrten Fichtenzapfen aus verschiedenen Theilen der Baumkrone sowie einer Quantität ausgedarrter Samenkörner von diesem interessanten Baum, welche den Anwesenden nebst einigen aufgeklebten Quer- und Längsschnitten durch solche und andere (zweifellos keimfähige, mit Eiweiss und Embryo versehene) Samenkörner zur Prüfung dargeboten wurden, constatirt der Vortragende zunächst, dass nach dem Resultat seiner Untersuchungen höchst wahrscheinlich keins der von dem fraglichen Baum im vorigen Sommer producirten, nach seiner Berechnung die Zahl 100,000 weit übersteigenden Körner einen Embryo und Eiweiss enthalte, mithin keimfähig sei. Alle von ihm untersuchten Körner — und er stelle die weitere Untersuchung der mitgebrachten anheim — zeigen lediglich vollkommen entwickelte Eihäute, die aber nur Luft, keine Spur eines Perisperm's etc. umschliessen. Dieses Resultat bestätige in eclatantester Weise,

Digitized by Google

dass eine Selbstbefruchtung, im vorigen Sommer wenigstens, an diesem Baume gar nicht stattgefunden habe; es bestätige aber, wenn nicht nachträglich doch noch wenigstens einzelne keimfähige Körner gefunden würden, eigentlich mehr als seine, des Vortragenden Erklärung — welche die Schwierigkeit (nicht Unmöglichkeit!) der Selbstbefruchtung wesentlich auf die räumliche Vertheilung der Blüthen zurückführt — vertragen könne, zumal grade dieser im Garten stehende Baum zu den vorhin erwähnten Ausnahmen gehöre, und auch noch im mittleren und selbst unteren Kronendrittheil Zapfen zeige, in deren Niveau zweifellos auch männliche Blüthenkätzchen vorhanden gewesen. Wenn somit diese räumliche Vertheilung auch ein wesentlicher Factor bleibe, der zu dem auffallenden Resultat mitgewirkt haben dürfte, so könne man doch im vorliegenden Falle nicht füglich annehmen, dass er der einzige gewesen sei. Hoffentlich lasse das nächste Blüthen-Jahr nicht zu lange auf sich warten, wo dann der Vortragende zu constatiren hoffe, ob ausser der räumlichen Dichogamie bei diesem Exemplar vielleicht auch noch eine zeitliche oder eine Impotenz des Pollens (Mangel oder unvollständige Ausbildung der Fovilla im Pollenkorn) wie man sie kürzlich bei manchen Zwitterpflanzen beobachtet habe, mitwirkend resp. allein massgebend gewesen sei.

Jedenfalls aber, resumirt der Vortragende, folge für ihn aus diesen und einigen andern Beobachtungen und Untersuchungen, auf welche er ein anderes Mal zurückzukommen hoffe, dass die Selbstbefruchtung bei den Zwitterpflanzen (wenn sie auch meist nicht absolut ausgeschlossen sei), doch noch viel seltener wirklich zu Stande komme, als viele Botaniker zur Zeit noch annehmen. Man könne dieses auch schon a priori folgern, weil sonst, wie die individuelle Vermehrung und künstliche Züchtung sowie gelegentliche Beobachtungen (z. B. bei der Aussaat des Samens von Blutbuchen etc.) beweisen, durch Erhaltung und resp. Potenzirung individueller Eigenthümlichkeiten und Differenzen bei den höheren Gewächsen die Fixirung des Speciescharakters und die Erhaltung der Familie (resp. Species) selbst innerhalb beschränkter Raum- und Zeitabschnitte viel erheblicher und allgemeiner erschwert erscheinen müsste, als dieses factisch der Fall ist. Denn die Wechselbefruchtung sei im organischen Reich bei der Kunst- wie bei der Naturzüchtung der wichtigste Factor, welcher das Aussterben alter, wie die Differenzirung und das Stabilwerden neuer Varietäten im Sinne Darwin's erschwere, verzögere resp. contrecarrire. Wo sie ausgeschlossen resp. erschwert, selten möglich, auf Blutsverwandte beschränkt sei etc., schreite die Differenzirung — oder das Aussterben — der Familie, Varietät, Species schnell fort, wie die Flora und Fauna der Inseln etc. zeige. Kurz »die Wechselbefruchtung resp. Kreuzung neutralisirt in der Natur der Regel nach das, was die künstliche

Digitized by Google

Züchtung einerseits absichtlich erstrebt und anderseits zugleich gegen ihre Absicht erreicht: die Vererbung und Potenzirung von erwünschten, für ganz bestimmte Zwecke vortheilhaften Eigenschaften (sog. Veredelung durch forcirte Paarung) — wie die von unerwünschten Organisationsfehlern (Degeneration durch fortgesetzte Inzucht).«

Generalarzt Dr. Mohnike sprach hierauf über thierische Nahrung zu sich nehmende Pflanzen. Er bezog sich auf die Ankündigung des neuen Werkes von Darwin, welches nächstens erscheinen und in seinem ersten Bande über »Fleisch fressende« Pflanzen, in seinem zweiten aber über Lianen und andere parasitische Gewächse handeln werde. Wenn er auch nicht wisse, so fuhr Herr M. fort, welche Pflanzen Darwin in diesem angekündigten Werke als »Fleisch fressende« bezeichnen werde, so könne er selbst doch schon jetzt bestätigen, dass es wirklich solche Pflanzen gebe, für welche jedoch die Bezeichnung als »Fleisch verzehrende« oder »thierische Nahrung zu sich nehmende« richtiger und besser gewählt erscheine wie die als »Fleisch fressende.« Er sei nämlich schon vor vielen Jahren in der Gelegenheit gewesen die erwähnte Eigenschaft bei den Arten der Gattung *Nepenthes* Lin. wahrzunehmen und mit Bezug hierauf verschiedene Versuche anzustellen.

Was er hierüber schon vor langer Zeit, 1851 und 1852, zu Sambas im westlichen Borneo, in seinen Tagebüchern aufgezeichnet habe, sei durch die Ankündigung des Darwin'schen Buches in seine Erinnerung zurückgerufen und er wolle sich jetzt erlauben, der Gesellschaft das Folgende mitzutheilen. Wie bekannt, böten alle Arten der Gattung Nepenthes, welche die nur aus diesem einzigen Genus bestehende Familie der *Nepentheae* Lindl. bildeten, die eigenthümliche Erscheinung, dass an ihnen die Blattstiele (Petioli), nachdem sie, ohne nach oben zu dünner zu werden, als Mittelrippen die Blätter bis zur Spitze durchzogen hätten und an letzterer wieder aus denselben herausgetreten wären, eine Länge gewännen, welche oft mehr als anderthalb Fuss betrüge; sich zuerst nach unten bögen; hierauf eine oder mehrere spiralförmige Windungen um sich selbst machten; sich alsdann mit einer zweiten Biegung aufwärts richteten, um endlich an ihrem Ende durch concentrisches, mehr oder weniger allmähliges Auseinandertreten ihrer Gefässbündel in jene wunderbaren, bei einigen Arten Füllhörnern, bei anderen einer Amphora, einer Kanne oder einem Napfe gleichenden Gebilde überzugehen, welche durch die Schönheit ihrer Gestalt wie durch ihre Grösse den Beschauer in Erstaunen versetzten. Bei einigen von den auf den indischen Inseln, dem Hauptvaterlande dieser Pflanzen, vorkommenden Arten, wie *Nepenthes Rafflesiana* Jack.; *N. Boschiana* Korth.; *N. maxima* Reinw. und *N. Edwardsiana* Low., erreichten jene, ge-

Digitized by Google

wöhnlich »Kannen« genannten Gebilde die Länge von 1—2 Fuss, während in ihrer Färbung sich das Grün, stellenweise und in grösserer oder geringerer Ausbreitung, mit einem lebhaften Roth oder Violett vermische. Die Aehnlichkeit dieser natürlichen Kannen mit künstlichen, werde noch dadurch vermehrt, dass ihrem hinteren, sich über den vorderen mehr oder weniger, bei einigen Arten schneppenförmig erhebenden Rande ihrer oberen Oeffnung, mittelst eines sehr kurzen und schmalen Ligamentes, eine Art von Deckel in Gestalt einer Blattscheibe, angeheftet sei. Diese Blattscheibe bilde auch wirklich, während der ersten Hälfte des Entwicklungsstadiums der Kanne, einen dieselbe verschliessenden Deckel. Später öffne sich die Kanne, ihr früherer Deckel richte sich bis zu 45 und mehr Graden in die Höhe und behalte diese Stellung bis zu seinem, mit dem der Kanne gleichzeitigen Welkwerden. Die Meinung, dass diese »Deckel« sich auch bei den entwickelten Kannen des Abends auf diese herabsenkten um sie zu verschliessen, sich am andern Morgen aber wieder aufrichteten, welche von vielen Botanikern wie z. B. De Candolle angenommen wurde und noch wird, sei eine irrige. Wie allgemein bekannt sei, fände man diese Kannen der Nepenthes-Arten, namentlich auf ihrem heimischen Boden, immer bis wenigstens zum dritten Theile, in der Regel aber bis zur Hälfte und darüber, mit einer eigenthümlichen, wässerigen Flüssigkeit gefüllt. Dass diese Flüssigkeit, welche man auch in noch nicht entwickelten und geschlossenen Kannen, obschon in verhältnissmässig geringerer Menge anträfe, von der Pflanze selbst innerhalb der Kanne secernirt werde und nicht von aussen durch Regen oder Thau in letztere hineingelange, sei schon im 17. Jahrhunderte, bei der Entdeckung der beiden zuerst bekanntgewordenen Arten von Madagaskar und Ceylon, richtig erkannt worden und hierauf beziehe sich auch der Name *N. destillatoria*, unter welchem Linné jene beiden, von ihm für eine Art gehaltenen, von Wildenow aber als *N. Madagascariensis* und *N. destillatoria* von einander getrennten Arten zusammengefasst habe. Herr M. habe bei den zu Sambas, ganz in der Nähe seines Hauses, in grosser Menge wachsenden Exemplaren von *N. phyllamphora* Wilden., *N. gracilis* Korth. und *N. Rafflesiana* Jack. sich davon überzeugen können, dass die Secretion der Flüssigkeit in den Kannen dieser Pflanzen, bei Tage und unter der Einwirkung des Sonnenlichtes eine viel beträchtlichere sei als während der Nacht. Denn sehr häufig wären von ihm mehrere dieser Kannen am Abende ihres Inhalts entleert geworden. Diese Kannen aber hätten am andern Morgen immer eine viel geringere Menge jener Flüssigkeit enthalten, als solche, welche des Morgens entleert, den Tag über an die Einwirkung des Sonnenlichtes blossgestanden hätten, am Abende. Dieselbe Erfahrung wäre auch von dem holländischen Botaniker P. W. Korthals auf Borneo und Su-

Digitized by Google

matra gemacht worden. Die secernirte Flüssigkeit sei nicht vollkommen so hell und durchsichtig als reines Wasser, sondern ein wenig weisslich gefärbt, was man aber erst bemerken könne, wenn man ein mit ihr gefülltes Glas mit einem Glase voll Wasser zusammenhalte. Dieselbe sei geruchlos, besitze, wiewohl nur in äusserst geringem Grade, einen süsslichen Geschmack und röthe das Lackmuspapier. Würde sie in einem Löffel über einer Kerzenflamme erhitzt oder mit einigen Tropfen Salpetersäure vermischt, so zeige sich in ihr eine leichte Wolkenbildung. In einem Glase der Luft blossgestellt, fange sie schon nach kaum 24 Stunden an sich zu trüben und bilde, unter Entwickelung eines eigenthümlich widerlichen Geruches nach verdorbenem Buchbinderkleister, zuerst Wolken, später aber, in sehr geringer Menge, einen weissen, flockigen Niederschlag. Das Eigenthümlichste an dieser Flüssigkeit aber wäre die starke zersetzende oder, besser gesagt, auflösende Kraft, welche sie auf thierische Körper ausübe. Man fände nämlich fast immer in diesen Kannen eine Menge todter Insecten, wie kleine und nicht selten selbst grössere Käfer, Nachtschmetterlinge, Fliegen, Ameisen u. s. w. in der Flüssigkeit schwimmen oder auf deren Grund gesunken. Herr M. habe zuerst gehofft, hiervon Vortheil für seine entomologische Sammlungen ziehen zu können, sich sehr bald aber in dieser Hoffnung getäuscht gesehen. Fast jedesmal nämlich, wenn er ein Insect, und sei es auch ein Käfer mit harten und festen Flügeldecken gewesen, mit der Pincette aus der Flüssigkeit habe herausheben wollen, wäre derselbe, bei der leisesten Berührung gänzlich auseinander gefallen. Einmal habe er bei *N. phyllamphora* in ein und derselben Kanne neun Exemplare einer kleineren, 5 Linien langen, in jener Gegend sehr häufigen Melolonthiden-Art, *Apogonia sphaerica* Burm., liegen gesehen. Alle wären scheinbar wohlerhalten gewesen, hätten sich aber bei der Berührung mit der Pincette und späterer näherer Untersuchung durchaus breiartig aufgeweicht oder aufgelöst gezeigt, ohne aber zugleich den Geruch von faulender Thiersubstanz zu entwickeln. Dieser Fall habe ihn veranlasst, so vorsichtig wie möglich, wiederholte Versuche über die auflösende und zersetzende Eigenschaft jener Flüssigkeit, verglichen mit der von destillirtem Wasser, anzustellen. Zu diesem Zwecke wären von ihm lebende Exemplare der schon genannten Melolonthiden-Art, andere etwas grössere Käfer, verschiedene Cicaden, grössere Neuropteren, Hymenopteren und Dipteren von derselben Art, gleichzeitig sowohl in halbvolle Kannen von *N. phyllamphora* als auch in Gläser voll destillirten Wassers geworfen worden. Hierbei hätte sich zuerst gezeigt, dass die Thiere in der Flüssigkeit der Nepenthes ungefähr halb so lange Zeit als die in dem destillirten Wasser, um zu sterben, nöthig gehabt hätten. In ersterer wären die Dipteren und Neuropteren schon nach 12—18 Stunden, die Hemipteren und Or-

Digitized by Google

thopteren nach 18—24 Stunden, die Käfer aber nach 24—36 Stunden vollkommen aufgelöst gewesen, obschon mehrere von ihnen, namentlich die Käfer, noch ihre Gestalt gezeigt hätten. Dieselben wären aber in den folgenden 12—18 Stunden auseinander gefallen, und hätte sich alsdann als Residuum von ihnen nichts als eine geringe Menge eines schwärzlichen, schleimigen Niederschlages auf dem Grunde der Kanne gezeigt. Dieser Niederschlag aber wäre in den nächsten 12 Stunden gänzlich resorbirt worden. Die in dem destillirten Wasser sich befindenden Thierleichen aber hätten zu ihrer Zersetzung, d. h. in diesem Falle Verwesung, nach der Härte ihrer Bedeckung, das doppelte, drei- und vierfache dieser Zeit nöthig gehabt. Von den Käfern wären selbst alsdann noch einzelne Theile, wie die Flügeldecken und der Brustring, ziemlich erhalten gewesen. Dieser Zersetzungsprocess aber habe bei den in den Kannen sich befindenden Thieren ohne alle Entwickelung jenes Verwesungsgeruches stattgefunden, der sich bei den andern in hohem Grade gezeigt habe. Aehnliche vergleichende Versuche hinsichtlich der Zersetzung zweier grosser, fast 2 Zoll langer, vorher in kochendem Wasser getödteter Käfer, *Batocera octomaculata* Fabr. und *Oryctes stentor* Fabr., in den Kannen von *N. Rafflesiana* hätten dieselben Resultate geliefert.

Herr M. sei durch diese hier mitgetheilten Versuche schon damals, also vor länger als 22 Jahren, zu der Ueberzeugung gekommen: 1. dass die Nepenthes-Arten mittels der an der Spitze ihrer Blattstiele sich befindenden, sogenannten Kannen, thierische Nahrung in sich aufnähmen; 2. dass in diesen Kannen eine Art von Verdauungsprocess stattfände und 3. dass, comparatis comparandis, diese Kannen als eine Art eigenthümlicher peripherischer Mägen, das in ihnen sich befindende Secret aber als eine Art von Magensaft, succus gastricus, angesehen werden müsse. Herr M. erinnere sich noch jetzt, wie er damals, als die hier mitgetheilten »Fütterungsversuche« von Nepentheen durch ihn geschahen, wiederholt an das von Joh. Müller in seiner Physiologie mitgetheilte Journal über die Ernährung eines Mannes mit einer sehr grossen und unheilbaren Magenfistel, durch längs diesem Wege unmittelbar in den Magen desselben gebrachte Speisen und Getränke habe denken müssen. Aus dem Mitgetheilten, fügte Herr M. noch hinzu, ergebe sich schon, wie wenig richtig die Ansicht derjenigen Botaniker sei, welche die Kannen, oder gar, wie Linck die Deckel derselben, als eigentliche Blätter der Nepentheen, die als solche erscheinenden Theile dieser Pflanzen aber nur als Phyllodien, d. h. als partielle seitliche Erweiterungen der Blattstiele betrachteten. Diese, aus dem anatomischen wie aus dem physiologischen Gesichtpuncte mit Unrecht sogenannten Phyllodien, wären die wirklichen Blätter dieser Pflanzen, da sie nicht nur die Gestalt und Farbe von Pflanzenblättern überhaupt besässen, sondern auch, mit Bezug auf die Absorption

Digitized by Google

und Exhalation von Sauerstoff und Kohle resp. Kohlensäure, durchaus wie Pflanzenblätter überhaupt fungirten. Zum Schlusse zeigte Herr M. der Versammlung die in dem grossen, auf Kosten der holländischen Regierung herausgegebenen Werke über die Naturgeschichte von Niederländisch-Indien, erschienene Monographie über die Nepentheen der ostindischen Inseln von Korthals vor.

Prof. vom Rath legte mit dem Ausdruck seines Dankes mehrere Geschenke vor, welche vor Kurzem der mineralogischen Abtheilung des naturhistorischen Museums gemacht worden waren.

Von Herrn Dr. von Lasaulx eine herrliche Topas-Druse, darin ein an beiden Enden ausgebildeter Krystall, aus den Granitgängen von Mursinsk im Ural; eine grosse Zwillingsgruppe des Feldspaths (Bavenoër Gesetz) von Striegau in Schlesien, deren M-flächen mit einem schwärzlich-grünen Ueberzug von Strigovit (Ew. Becker) bedeckt sind. Wo die Flächen M und P in Ein Niveau fallen, da markirt sich M in ihrer unregelmässig gewundenen und gezackten Begrenzung gegen P ganz vortrefflich durch die Strigovit-Bedeckung. An den kleinen Kryställchen des letzteren Minerals konnte in Uebereinstimmung mit Websky's optischer Ermittlung der hexagonale Charakter nachgewiesen werden. Die Krystalle sind eine Combination eines Rhomboëders und einer etwas gekrümmten Basis, die Combinationskante zwischen R und oR wurde bestimmt = 100′ bis 102°.

Von Herrn Prof. Ulrich in Hannover eine Sammlung von Felsarten und Versteinerungen aus dem nordwestlichen Harze. Erwähnenswerth sind besonders Granite aus dem Ockerthal, darunter auch solche, welche den Contakt mit Hornfels zeigen, Diabase und Wissenbacher Schiefer, welche durch Diabas verändert sind, Gabbro etc. Von den Versteinerungen sind namentlich erwähnenswerth grosse Ammoniten (aus der Familie der Capricornen und der Disciformen) des Lias α aus der Brauneisensteingrube Friederike bei Harzburg.

Von Herrn Landesgeologen Dr. Koch in Wiesbaden eine Reih krystallinisch-schiefriger Gesteine aus dem Taunus, darunter namentlich die Sericitschiefer und -gneisse, deren Verbreitung Dr. Koch bei der neuen geologischen Kartenaufnahme genau ermittelt hat.

Es wurde ferner eine ausgezeichnete Bergkrystalldruse aus dem Dauphiné, im Besitze des Herrn Telegr.-Dir. Richter in Köln vorgelegt. Diese Druse bot, ausser zahlreichen einfachen, zweierlei Zwillinge in unmittelbarer Berührung mit einander dar. Der eine dieser Zwillinge ist nach dem gewöhnlichen Gesetze [illegible] gewachsen. »Individuen gleicher Art verbinden sich mit [illegible] gehung um die Hauptaxe.« (Berg.) Dieser Zwilling nach dem Gesetze ist indess von ungewöhnlicher Schönhe[illegible]

Digitized by Google

sind nicht, wie es gewöhnlich der Fall, zu Einem Krystall verbunden, sondern durch einspringende Winkel auf das deutlichste geschieden. Beide Individuen zeigen ein sehr überwiegendes Vorherrschen des Hauptrhomboëders über das Gegenrhomboëder, beide sind durch Rhomben- (s) und Trapezflächen (x) als Krystalle gleicher Art, nämlich mit Linksdrehung charakterisirt; sodass dieser Zwilling wahrhaft typisch ausgebildet ist und einen Beweis liefert für die Quarztheorie, welche G. Rose auf die Krystalle von Järiscbau gegründet hat. Der andere Zwilling zeigt die Individuen mit geneigten Axen verbunden, indem die Hauptaxen den Winkel 84° 34′ bilden. Es gibt nun vier Modificationen dieser Verwachsung. Zunächst ist zu unterscheiden, ob die homologen Rhomboëderflächen (R oder — R) beider Individuen symmetrisch liegen oder nicht. Im ersteren Falle ist eine Fläche des ersten stumpfen Dihexaëders (Abstumpfung einer Kante R: — R) $\xi = P2$ Zwillingsebene; eine Normale zu dieser Fläche Drehungsaxe. Ungleichnamige Rhomboëderflächen liegen parallel. — Im zweiten Falle — wenn nicht-homologe Flächen symmetrisch liegen, so ist Drehungsaxe eine Dihexaëder-Endkante. Die Zwillingsebene ist nicht krystallonomisch. Gleichnamige Rhomboëderflächen liegen parallel. — Jeder dieser beiden Fälle zerfällt wieder in zwei Modificationen, je nachdem gleiche (zwei rechte oder zwei linke) oder ungleiche (ein rechter mit einem linken) Krystalle verbunden sind. Alle diese vier Modificationen kommen wirklich in der Natur vor, namentlich in der Dauphiné und bei Traversella. Indess sind Quarzzwillinge mit geneigten Axen stets Seltenheiten.

Der Vortragende legte ferner die zur 14. Fortsetzung seiner mineralogischen Mittheilungen gehörige, im lithographischen Institut des Herrn Henry kunstvoll durch Herrn Laurent ausgeführte Krystallfiguren-Tafel vor und besprach namentlich die auf derselben dargestellten Kalkspathe von Ahren in Tyrol, dieselben finden sich in bis 2 Meter grossen Drusen des Kupfer- und Magnetkies führenden, in Chloritschiefer aufsetzenden Lagerganges der Grube St. Ignaz am Rattenberge in Prettau, dem oberen Theil von Ahren. Eine solche krystallbekleidete Druse wurde z. B. im Jahre 1861 angefahren, sie mass 2 Met. in der Höhe, 1 Met. in der Breite. Herr Bergverwalter Fulterer schreibt darüber in einer gütigen brieflichen Mittheilung (d. d. Steinhaus in Ahren, Dec. 74): Die Druse war leer und ringsum mit Krystallen besetzt; theils Quarzkrystalle, von denen einige bis 85 Ctm. Länge besassen, theils Kalkspath-, theils Kupferkies-, theils Eisenkieskrystalle. Um diese Krystalle herum fand sich Chloritsand, der sich leicht entfernen liess. Die Druse bot einen herrlichen Anblick dar. Diese Kalkspathkrystalle von Ahren sind nun von besonders merkwürdiger Bildung, ausgezeichnet vor den Krystallen aller anderen Fundorte. Es sind meist tafelförmige Gebilde mit rhomboëdrischen »Fortwachsungen«

Digitized by Google

oder Scheitelkrystallen. Ueber dieselben berichtete bereits Dr. Hessenberg in Nro. 4 seiner trefflichen »Mineralogischen Mittheilungen« (1861) S. 13, 14.

Dem Vortragenden lagen ausser solchen tafelförmigen Gebilden auch ein grosser (15 Ctm.), von zahlreichen Skalenoëdern begrenzter Krystall vor, welcher jetzt eine besondere Zierde der neuen petrographisch-mineralogischen Sammlung zu Poppelsdorf bildet. Derselbe bietet nicht weniger als 7 Skalenoëder nebst 1 Rhomboëder und 1 Prisma dar. Es sind die Formen:

$4R\,.\,R^{19}/_{15}\,.\,R3\,.\,R^{18}/_{8}\,.\,{}^{2}/_{5}R2\,.\,-2R2\,.\,-4R^{5}/_{3}\,.\,-8R^{5}/_{4}\,.\,\infty P2.$

Herrschende Formen sind ${}^{2}/_{5}R2$ und $-4R^{5}/_{3}$. Letztere Form macht diesen Krystall besonders interessant; sie ist das von Des Cloizeaux und Hessenberg an den Krystallen vom Oberen See und von Island entdeckte Skalenoëder, auch vom Vortragenden fast gleichzeitig an Krystallen des Oberen See's und der Nahe beobachtet.

Prof. vom Rath hob dann hervor, von wie grossem Nutzen bei Bestimmung der Formen dieses Ahrener Kalkspaths eine von dem verewigten Dr. Hessenberg hinterlassene, handschriftliche Arbeit ihm gewesen sei, eine übersichtliche Zusammenstellung (in Tabellen) von 129 Skalenoëdern des Kalkspaths, geordnet nach ihrer Höhe, mit Angabe ihrer Symbole in der Sprache von Naumann Weiss und Rose, Miller, Lévy, mit Hinzufügung der Kantenwinkel und literarischem Nachweis. »Der Vortheil dieser Tabellen (jedem Skalenoëder ist ein besonderes Blatt gewidmet) besteht etwa in Folgendem: 1) In ihrer Vollständigkeit, da alle neusten Skalenoëder aufgenommen sind. 2) In ihrer bequemen Vermehrbarkeit, da man immer wieder neue einschalten kann. Wenn einmal der Schraufsche [illegible] kommt, so würde dies sehr nothwendig sein. 3) In der [illegible]findbarkeit eines jeden Skalenoëders zufolge ihrer An[illegible]r Grösse ihrer Hauptaxen. Ich bin hierin Zippe [illegible]ir die Decimalzahlen hinzugefügt, um die stufen[illegible]keit noch mehr zu erleichtern. Die Hauptaxen[illegible]lenoëders mRn ergibt sich immer sofort aus m . n ${}^{4}/_{5}R3 = {}^{4}/_{5}\,.\,3 = {}^{12}/_{5} = 2{,}4$. Man braucht also nie [illegible]nem Skalenoëder zu suchen, sofern man nur darauf [illegible] Blätter immer geordnet liegen. 4) In den historischen [illegible]chen Nachweisen, welche man hier immer sogleich zur [illegible] wodurch so viel Zeit erspart werden kann. In den ge[illegible]rechnungen bis auf die Sekunde, unter Annahme von 105° selbst in dieser Richtung arbeitet, wird gewiss hierauf Werth legen. Hierin konnte ich indess natürlich noch keine [illegible]ndigkeit erreichen und dies kann erst nach und nach ge[illegible]en.« (Aus dem letzten Briefentwurf von Hessenberg.)

Digitized by Google

Dr. A. von Lasaulx legt Krystalle von Granat von Geyer im sächsischen Erzgebirge vor, Eigenthum des Herrn G. Seligmann in Coblenz, welche eine bisheran nur ein einzigesmal von dem verstorbenen Dr. Hessenberg an Krystallen von Auerbach beschriebene Combination von Dodekaëder, Ikositetraëder 202 und den beiden Pyramidenwürfeln $\infty O^3/_2$ und $\infty O2$ zeigen. Die erstere dieser beiden Formen $\infty O^3/_2$ ist sehr selten, sie findet sich ausser an den genannten Krystallen von Auerbach, nach M. Bauer (Zeitschrift d. deutsch. geol. Ges. 1874, 1. S. 129.) auch noch an rothbraunen Krystallen vom Gotteshausberg bei Friedeberg in Oestr.-Schlesien: dort sind es Dodekaëder, an deren Kanten die Flächen des Ikositetraëders und des Hexakisoktaëders $3O^3/_2$ auftreten, die gebrochenen Oktaëderkanten der letzteren sind durch Flächen des Pyramidenwürfels $\infty O^3/_2$ abgestumpft. An den vorliegenden Krystallen erscheint über der Fläche des Dodekaëders eine dreiseitige, scharf spiegelnde Fläche, welche die aus zwei Combinationskanten von Dodekaëder und Ikositetraëder 202 und einer längeren Kante dieses letzteren gebildete Ecke abstumpfen. Die Kante zwischen dieser Fläche und der Fläche des Dodekaëders wurde gemessen und gab:

168° 40′.

Der berechnete Kantenwinkel zwischen Dodekaëder und Pyramidenwürfel $\infty O^3/_2 = 168° 41'$. Hiernach gehört also die beobachtete Fläche dem Pyramidenwürfel $\infty O^3/_2$ an. An einigen der Krystalle erscheint ausser dieser Fläche und über ihr eine meist sehr schmale gerade Abstumpfung der längeren Ikositetraëderkante, die hiernach von selbst als die Fläche des Pyramidenwürfels $\infty O2$ bestimmt ist.

Zu der Fundstätte für die Pyramidenwürfel $\infty O^3/_2$ und $\infty O2$ in Combination: Auerbach kommt also noch Geyer im sächsischen Erzgebirge hinzu.

Der Vortragende bespricht ferner eine von Herrn Dr. B. Lersch in Aachen zusammengestellte Statistik der Herzogenrather Erdbeben im Jahre 1873 und 74. Im ersten Theile bespricht der Verfasser die Arbeit des Vortragenden über das Erdbeben vom 22. Okt. 1873, zu der seiner Zeit von ihm manche werthvolle Notizen eingegangen sind. Der Vortragende muss einigen von Herrn Dr. Lersch gemachten Bemerkungen berichtigend entgegentreten. Wenn es auf S. 3 heisst, dass der Vortragende sich in jener Arbeit in Bezug auf die Registrirung der dem Hauptstosse vom 22. Oktober vorangehenden oder folgenden Erdbeben wohl zu kurz gefasst habe, so möchte dieser Vorwurf wohl keine eigentliche Berechtigung haben. Gegenstand der Arbeit war nicht eine statistische Aneinanderreihung aller Stösse, sondern eine berechnende Untersuchung des einen Hauptstosses. Nur soweit wurde das nebenher auch über die andern Stösse gesammelte Material registrirt, als es sich gerade bot, ohne

Digitized by Google

Absicht der Vollständigkeit, die mit dem Zwecke der Arbeit nichts zu thun hatte. Trotzdem sind in der Zusammenstellung des Herrn Dr. Lersch nur 24 Stösse aufgeführt, während der Vortragende deren 22 registrirt, einige zweifelhafte unbeachtet lassend; ob die zwei Stösse mehr ein erhebliches Interesse bieten, erscheint bei einer näheren Betrachtung derselben sehr zweifelhaft. Wenn ferner Herr Dr. Lersch auf S. 5 sagt: die Richtung der Bewegung schien OSO.—WNW. zu sein, so ist das nicht richtig. Der Vortragende glaubt mit hinlänglicher Sicherheit das nach allen Seiten erfolgende, radiale Ausstrahlen der Bewegung erkannt und erwiesen zu haben, wie es theoretisch auch nothwendig sein muss. Von einer geradlinigen Richtung der Erschütterung, wie sie Dr. Lersch aus der Arbeit herausgelesen zu haben scheint, kann keinenfalls die Rede sein. Auch an anderen Stellen scheint er eine solche allen gemeinsame Stossrichtung vorauszusetzen. Es liegt darin ein Verkennen des Erdbebenmechanismus überhaupt. Auch scheint auf S. 7 Herr Dr. Lersch geneigt, die Unzuverlässigkeit der gewonnenen Resultate noch stärker betonen zu wollen, als dieses der Verfasser selbst schon gethan hat. Wenn von einer mathematischen Genauigkeit die Rede ist, so würde das zum Theil richtig sein, die geologische Bedeutung der Resultate wird dadurch nicht in gleicher Weise unsicher und hierfür beansprucht der Vortragende durchaus Gültigkeit. Auch scheint, wie wenigstens aus S. 7—9 hervorgehen dürfte, Herr Dr. Lersch die gefundene Oberflächengeschwindigkeit, wenngleich auch er sie als bestes Resultat bezeichnet, anzuzweifeln. Für diese aber darf sogar mathematische Genauigkeit beansprucht werden und ist das Resultat jedenfalls mathematisch das bisheran am sichersten begründete, das wir überhaupt besitzen; denn weder Schmidt, Mallet noch Seebach hatten so gute Grundwerthe, wie sie hier zu Gebote standen. Dass ich ausser den genannten keine anderen berechneten Fortpflanzungsgeschwindigkeiten zum Vergleiche angeführt habe, hat seinen Grund darin, dass wohl keine der Zahlen, wie sie für andere Erdbeben, ausser den obigen, vorliegen, Anspruch auf irgendwie Zuverlässigkeit machen dürfen. Denn wenn man die Erfahrung macht, dass von 141 Zeitangaben aus einer so civilisirten, verkehrsreichen, eisenbahndurchschnittenen Gegend, wie sie hier erschüttert wurde, nur wenige genau, nur 6 als durchaus vertrauenswerth sich herausstellen, die übrigen aber nicht nur bis zu Minuten, sondern sogar um halbe Stunden unrichtig sind, was soll man von allen Zeitangaben halten, die vor hundert Jahren oder in Gegenden von Amerika u. dergl. aufnotirt wurden? Die hieraus gerechneten Werthe erschienen zum Vergleiche mit den wirklich angeführten durchaus unbrauchbar und ohne jede Bedeutung. Im zweiten Theile seiner Arbeit stellt Dr. Lersch nun die Herzogenrather Erdbeben von 1873 und 74 lediglich sta-

Digitized by Google

tistisch zusammen. Mit Bezug auf den von dem Vortragenden beschriebenen Stoss vom 22. Oktober sind keine weiteren Daten darin enthalten. Ein gutes Beispiel, wie in Bezug auf die Zeitangaben Schwankungen vorkommen, ist unter Nr. 13. S. 18 angeführt, wonach in Düsseldorf Jemand das Erdbeben um 1/4 vor 9 gefühlt habe. Nr. 13. dürfte doch wohl nicht hiernach als eigener Stoss angeführt werden. Auch durch die vermehrten Notizen über die Stösse vom 19. und 31., die nächst stärksten, werden die Mittel einer genaueren Prüfung nicht geboten, die Zeitangaben sind durchaus unausreichend. Thatsachen wie die S. 19 von Woolwich erzählte Stockfinsterniss u. a. dergl. mehr gehören wohl nicht in eine solche Statistik und sind durchaus als Ballast zu bezeichnen. Es kann eine nicht genug scharfe und sorgsame Kritik geübt werden, einmal registrirte Thatsachen pflanzen sich fort und werden später immer leichter zu seltsamen Deutungen Veranlassung geben. Es ergiebt sich aus der Zusammenstellung, dass die Erschütterungen auch noch in das Jahr 74 hinüberreichen: es werden 7, jedoch unbedeutende Erschütterungen gefühlt, meist wiederum mehr um das alte Centrum. Dass nicht eine regelmässige Coincidenz mit der Constellation von Sonne und Mond und ebenso wenig ein sicheres Zutreffen Falb'scher Prophezeiungen stattgehabt hat, ergiebt sich für die hier von Dr. Lersh registrirten Erschütterungen im Allgemeinen, wenngleich es bei einer so grossen Zahl von Erschütterungen, wie sie schon in dieser kleinen Liste allmonatlich aufgezählt werden, durchaus nichts Erstaunliches hat, wenn einige derselben mit den Mondconstellationen wirklich zusammentreffen. Die von Falb vorausgesagte höhere vulkanische Thätigkeit am Tage der Mondfinsterniss, den 25. Oktober v. J., ist leider nicht eingetroffen. Im Ganzen kann die sorgsame Sammlung der Notizen durch Herrn Dr. Lersch als eine recht verdienstvolle Arbeit bezeichnet werden.

Gleichzeitig glaubt der Verfasser für Erdbebenbeobachtungen die trefflichen Anleitungen zu nutzbarer Beobachtung durchaus empfehlen zu müssen, wie sie von Prof. K. von Seebach in dem Abschnitte »Erdbebenkunde« des von dem Hydrographen der Kaiserlichen Admiralität Herrn Dr. Neumayer herausgegebenen Handbuches: »Anleitung zu wissenschaftlichen Beobachtungen auf Reisen« enthalten sind.

Chemische Section.

Sitzung vom 13. Februar 1875.

Anwesend: 17 Mitglieder und 7 Gäste.

Vorsitzender: Prof. Kekulé.

Herr Siegfried Stein theilte in Folge mehrfacher Aufforderung, den Bericht vom 16. Januar a. c. über die Darstellung

Digitized by Google

von schwefelfreiem Roheisen zu vervollständigen, die Analysen der zu verschiedenen Zeiten verhütteten manganhaltigen Brauneisensteine mit. Aus einer sehr grossen Zahl von Analysen wurden nur die charakteristischen zum Vergleich neben einander gestellt.

Aus der Förderung von 1854/55:

Eisenoxyd . . .	72,30	54,01	83,03	38,78
Manganoxyd . . .	6,05	7,01	2,96	17,29
Thonerde	5,89	7,12	0,59	9,30
Kieselerde	3,40	13,17	1,66	22,25
kohlens. Kalk . .	Spur	6,80	Spur	Spur
Wasser	12,45	11,98	11,80	12,02

Aus der Förderung von 1856/57:

Eisenoxyd	26,80	38,53	17,25	63,13
Manganoxyd . . .	—	9,35	27,58	5,26
Thonerde	18,09	5,67	9,53	4,00
Kieselerde	0,71	20,34	16,85	9,34
kohlens. Kalk (?) .	50,59 [1])	14,78	20,86	6,02
Wasser	4,09	11,48	7,93	12,50

Aus der Förderung von 1862/63:

Eisenoxyd	78,74	69,43	74,91	62,90
Manganoxyd . . .	9,24	10,60	4,26	5,20
Thonerde } Kieselerde } . . .	1,80	10,47	{ 2,35 / 7,84	6,38 / 16,65
kohlens. Kalk . .	Spur	Spur	fehlt	Spur
kohlens. Magnesia .	0,36	0,51	fehlt	Spur
Phosphorsäure . .	Spur	Spur	wenig	fehlt
Wasser	10,54	9,13	9,94	7,87

Dr. Wallach berichtet über die Einwirkung von Phosphorpentachlorid auf Säureamide.

Die eigenthümlichen und interessanten Resultate, welche dem Vortragenden der Versuch ergeben hatte, Phosphorpentachlorid auf solche Säureamide, denen direct Wasser nicht entzogen werden kann, einwirken zu lassen, mussten vor allen Dingen den Wunsch wach rufen, jene merkwürdigen Reactionen in ihrem Verlauf verfolgen zu können.

Schon in einer früheren Abhandlung über den angedeuteten Gegenstand wurde die Ansicht ausgesprochen, es möchte der erste Schritt der Reaction, z. B. zwischen Diaethyloxamid und Phosphorpentachlorid, so verlaufen, dass zunächst der Sauerstoff des Diaethyl-

[1]) War Phosphorit resp. phosphors. Kalk.

Digitized by Google

oxamids durch Chlor ersetzt und dann durch Salzsäureaustritt neue, basische Körper erzeugt würden.

Das Material zur Stütze dieser Ansicht bietet sich in den folgenden Versuchen.

Oxamethan und Phosphorpentachlorid.

Das Verhalten dieser beiden Körper zu einander ist schon von Henry studirt. Henry theilt darüber mit, »dass Phosphorpentachlorid wie P_2O_5, dem Oxamethan Wasser entzieht und als Reactionsprodukt Aethylcyancarbonat liefert, ohne Zweifel in Verbindung mit PCl_3....., aber diese Reaction ist durchaus keine Darstellungsmethode; im Augenblick der Zersetzung des PCl_5 und $POCl_3$ durch Wasser wird der grösste Theil des Körpers zerstört«.

Der Vortragende machte dagegen folgende Beobachtungen:

Oxamethan und Phosphorpentachlorid wirken langsam in der Kälte, schneller bei gelindem Erwärmen auf einander ein; in beiden Fällen resultirt nach Verbrauch sämmtlichen Pentachlorids eine wasserhelle, homogene Flüssigkeit. Lässt man diese vollständig erkalten, so entsteht in ihr allmählich eine Krystallisation, welche auch schnell hervorgerufen werden kann, wenn man das Gefäss mit Eiswasser abkühlt. Es durchsetzt sich dann alsbald die ganze Flüssigkeit mit blendend weissen Krystallnadeln. Jetzt bringt man das ganze Produkt schnell auf ein Filter, wäscht mit Petroleumäther nach, breitet die Krystallmasse auf einen Teller von ungebranntem Porzellan aus und lässt sie bis zum vollständigen Abtrocknen unter einem Exsiccator über Natronkalk stehen.

Der so dargestellte Körper ist äusserst zersetzlich an der Luft, entwickelt, in die Nähe von Ammoniak gebracht, starke Nebel, reagirt heftig mit Wasser und regenerirt damit Oxamethan. In wässrigem Ammoniak löst er sich, erzeugt damit dann aber fast momentan einen dicken Niederschlag von oxaminsaurem Ammoniak.

Bei der leichten Zersetzlichkeit der neuen Verbindung war es nicht möglich gut stimmende analytische Zahlen von derselben zu erhalten, doch lassen die Analysen bei Berücksichtigung der Eigenschaften des Körpers keinen Zweifel, dass er ein Oxamethan ist, indem ein Sauerstoffatom durch zwei Chloratome vertreten wird und der nach folgender Gleichung entsteht:

$$\begin{matrix} COOC_2H_5 \\ \vdots \\ CONH_2 \end{matrix} + PCl_5 = \begin{matrix} COOC_2H_5 \\ \vdots \\ CCl_2NH_2 \end{matrix} + POCl_3$$

also eine Verbindung, die man bei etwas anderer Betrachtungsweise auch als Bichloramidoessigsäureäther auffassen kann.

Lässt man den Körper über Natronkalk längere Zeit liegen, so verliert er immer mehr Chlor, zum Schmelzen erhitzt entwickelt er Salzsäure, erstarrt aber wieder bei schnellem Abkühlen.

Sehr interessant ist das Verhalten der reinen Verbindung

Digitized by Google

beim Erhitzen über den Schmelzpunkt. Es entwickeln sich dabei Ströme von HCl und fast reiner Cyankohlensäureäther destillirt über.

Wie erwähnt, verliert das aus dem Oxamethan erhaltene Bichlorid leicht und unter verschiedenen Umständen Salzsäure. Hat man gleich bei der ursprünglichen Darstellung etwas stark erwärmt, so erhält man eine Verbindung, deren Chlorgehalt die Formel

$$\begin{matrix} COOC_2H_5 \\ \vdots \\ CCl = NH \end{matrix}$$

sehr nahe kommt und es erscheint kaum zweifelhaft, dass vor der Bildung des Cyankohlensäureäthers das Dichlorid in das Monochlorid übergeht. Jedenfalls sind Körper entsprechender Constitution existenzfähig und um von vorn herein einer unterscheidenden Bezeichnungsweise für derartige Di- und Monochloride sich zu bedienen, nennt der Vortragende wie bisher üblich die Gruppe $\overset{I}{NH_2}$ als Amidgruppe, die Gruppe $\overset{II}{NH}$ als Imidgruppe bezeichnend, Körper von der allgemeinen Formel

$$R.CCl_2.NH_2 \text{ Amidchloride,}$$

die von der Formel

$$R.CCl=NH \text{ Imidchloride.}$$

Die Verbindungen dieser Zusammensetzung sind sehr reactionsfähig. Die beschriebenen Substanzen gehen mit Anilin unter starker Erwärmung Umsetzung ein, und dasselbe lässt sich für andere Amide, auch Harnstoff, voraussehen.

Aus den vorstehenden Versuchen geht hervor, dass Henry in der That durch Einwirkung von Phosphorpentachlorid und Oxamethan reichliche Mengen von Aethylcyancarbonat erhalten hat, aber gemengt mit Phosphorverbindungen, von denen der Aether sich allerdings nur äusserst schwierig trennen lässt, während erst in der Gewinnung der beschriebenen Zwischenprodukte eine Darstellungsweise für denselben liegt. Irrthümlich ist indess die Angabe (l. c.), dass der Cyankohlensäureäther in Verbindung mit PCl_3 beim directen Destilliren des Reactionsprodukts zwischen PCl_5 und Oxamethan erhalten wird. Von Phosphorverbindungen entsteht bei der ganzen Reaction überwiegend nur $POCl_3$, ausserdem wurde das Auftreten geringer Mengen freien Chlors constatirt. PCl_3 war jedenfalls nur in nicht deutlich nachweisbaren Mengen entstanden.

Ausser den beschriebenen Verbindungen wurde bei der in Rede stehenden Reaction noch ein wohl charakterisirtes phosphorhaltiges Produkt isolirt.

Wenn man den Dichlorglycocoläther mit Petroleumäther ausgefällt und durch Waschen damit von anhaftenden Phosphorverbindungen befreit hat, so scheiden sich beim langsamen Verdunsten

Digitized by Google

des Petroleumäthers dicke, oft mehr als zolllange, durchsichtige Prismen ab.

Die Krystalle sind phosphorhaltig, sie schmelzen bei 128—130°, sie lösen sich langsam in kaltem Wasser und in Säuren, sehr leicht in fixen Alkalien und in Ammoniak, leicht in Aether, Benzol, Chloroform: sie müssen ihre Entstehung einer secundären Reaction verdanken. Letztere wird, wie besondere Versuche gezeigt haben, eingeleitet durch vorhandene Feuchtigkeit.

Die Analyse erschliesst für diese Verbindung die Formel

$$C_4 H_6 O_3 Cl_4 NP.$$

Als eine blosse Doppelverbindung von Phosphoroxychlorid mit organischer Substanz dieselbe aufzufassen ist unzulässig. Löst man sie nämlich in Wasser, so wird zwar alsbald HCl, nicht aber Phosphorsäure in Freiheit gesetzt: die Substanz giebt ohne weiteres keine Reaction auf Phosphor; letztere lässt sich nur durch vollständige Zerstörung des Körpers oder durch Digestion der wässrigen Lösung mit Salpetersäure oder salpetersaurem Silber erzielen. Jedenfalls befindet sich also der Phosphor in fester Bindung.

Die Constitution der Verbindung lässt sich nun wohl in Rücksicht auf ihre Entstehung und ihr Verhalten am besten so deuten, dass man annimmt, in der gleichzeitig in Petroleumäther gelösten, Oxamethanamidchlorid und $POCl_3$ enthaltenden Flüssigkeit wirkten die letzten beiden Körper bei Gegenwart von Feuchtigkeit in folgender Weise auf einander ein:

$$\begin{array}{l} COOC_2H_5 \\ | \\ CCl_2 . NHH \end{array} + POCl_3 = HCl + \begin{array}{l} COOC_2H_5 \\ | \\ CCl_2 . NH . POCl_2 \end{array}$$

Ein so constituirter Körper würde gerade beim Zersetzen mit Wasser zunächst eine organische Phosphaminsäure und nicht freie Phosphorsäure liefern müssen.

Trichloracetamid und Phosphorpentachlorid.

1 Mol. Trichloracetamid und 1 Mol. Phosphorpentachlorid wirken beim Erwärmen lebhaft auf einander ein; es entweicht viel Salzsäure und dabei freies Chlor und zwar ergab sich, dass wenn 5 Gramm PCl_5 in Arbeit genommen wurden, bei der Reaction nur 0.01646 Grm. freies Chlor auftraten. 1 Molekül Chlor in Freiheit gesetzt, würde das Auftreten von etwa 1.7 Grm. verlangen, woraus gefolgert werden musste, dass das freie Chlor lediglich einer secundären Reaction seine Entstehung verdanke.

Diese Anschauung wurde noch mehr durch die weitere Untersuchung der Reactionsprodukte unterstützt.

Nach der jemaligen Beendigung der Einwirkung erstarrte das vorher wasserhelle, flüssige Produkt zu einer compacten Krystallmasse, der nur Spuren flüssiger Phosphorverbindungen anhafteten,

Digitized by Google

so dass ein kurzes Abwaschen der zerriebenen Substanz mit Petroleumäther genügte, letztere vollständig zu entfernen.

Die Analyse ergab für die gewonnene Verbindung die Formel C_2Cl_6ONP, für deren Entstehung folgende Reactionsphasen anzunehmen sein dürften:

1) $CCl_3CONH_2 + PCl_5 = \underset{\text{Pentachloräthylamin}}{CCl_3CCl_2NH_2} + POCl_3$

2) $CCl_3CCl_2NH_2 + POCl_3 = CCl_3CCl_2NH.POCl_2 + HCl$

3) $CCl_3CCl_2NH.POCl_2 = CCl_3CCl{=}N.POCl_2 + HCl$

Will man die Bezeichnung der Gruppe $POCl_2$ als Chlorphosphoryl acceptiren, so wird man den neuen Körper als Trichloracetimidchlorid-Chlorphosphoryl oder besser wohl als Tetrachloräthylidenimid-Chlorphosphoryl bezeichnen können. Die Eigenschaft der Verbindung stützen die eben gegebene Auffassung von ihrer Constitution. Frisch dargestellt lässt sie sich ohne Zersetzung destilliren und zwar geht die Hauptmenge als eine bei 255—259° siedende Flüssigkeit über, welche in der Vorlage zu einer schneeweissen, blätterigen Krystallmasse erstarrt, deren Schmelzpunkt bei 70—80° gefunden wurde. Die Dämpfe der Substanz reizen die Schleimhäute, namentlich die Augen, in empfindlicher Weise. In Wasser oder Ammoniak gelöst, lässt sie keine Phosphorreaction hervortreten.

Der vorstehende Bericht soll die ersten Resultate einer weiteren Untersuchung geben, deren Ziel am Eingang angedeutet worden ist. Das eben Mitgetheilte genügt aber schon vollständig, um als erwiesen hinzustellen,

> dass Phosphorpentachlorid auf Säureamide nicht wie Phosphorsäureanhydrid unmittelbar wasserentziehend wirkt, sondern dass die Reaction unter Bildung von Amidchloriden oder Imidchloriden, beziehungsweise deren Phosphorylchloridverbindungen verläuft

und es ist unzweifelhaft, dass derartige Produkte bisher nur bei allen entsprechenden Reactionen meist übersehen worden sind, dass sie jetzt aber mit Leichtigkeit sich werden finden lassen.

Dr. Wallach hat ferner in Gemeinschaft mit Herrn Meinh. Hoffmann die Einwirkung von Phosphorpentachlorid auf substituirte Amide einbasischer Säuren untersucht. Auch nach dieser Richtung hin lagen schon Arbeiten vor, von denen in erster Linie eine Abhandlung Gerhardt's über die Einwirkung von Phosphorpentachlorid auf Benzanilid das Interesse in Anspruch nahm, weil Gerhardt in diesem Fall ein Zwischenprodukt erhalten haben will, dessen Existenz zur Klärung der Sachlage wesentlich beitragen musste. Es wurde in Bezug hierauf Folgendes gefunden.

Digitized by Google

Phosphorpentachlorid wirkt auf Benzanilid schon bei schwachem Erwärmen unter Salzsäureabspaltung und Bildung von Phosphoroxychlorid ein. Destillirt man im Vacuum letzteres möglichst ab, so hinterbleibt beim Erkalten eine feste, weisse, krystallinische Masse zurück, welche schon aus fast reinem Benzanilidchlorid besteht, das seine Entstehung folgendem Vorgang verdankt:

$$C_6H_5CONH.C_6H_5 + PCl_5 = C_6H_5CCl_2NH.C_6H_5 + POCl_3$$
$$C_6H_5CCl_2NH.C_6H_5 = C_6H_5CCl{=}N.C_6H_5 + HCl.$$

Dieses Imidchlorid des Benzanilids ist von überraschender Beständigkeit und man erreicht bei seiner Analyse scharf stimmende Zahlen. Es lässt sich ohne Zersetzung destilliren (Siedepunkt gegen 310°) und schmilzt bei 39—40°. Aus trocknen Lösungsmitteln kann es unverändert umkrystallisirt werden. Wasser oder Alkohol damit in Berührung gebracht regeneriren Benzanilid, ebenso wirkt schon der Einfluss feuchter Luft.

Durch Einwirkung von Anilin wurde ein Anilid gewonnen von der Zusammensetzung $C_{19}H_{16}N_2$.

Diese Base bildet kleine, bei 144° schmelzende Nädelchen. Sie ist sehr zersetzlich, wird an der Luft gelb und zerfällt schon beim Erhitzen mit Alkohol, wie das Chlorid selbst, unter Bildung von Benzanilid.

Besonders beachtenswerth ist die Constitution dieses Körpers. Der erste Blick zeigt, dass er in die Reihe des Strecker'schen Acediamin's gehört und mithin auch als ein Glied der Reihe von Basen zu betrachten ist, mit denen A. W. Hofmann die Wissenschaft bereichert hat: er ist, worauf auch schon Hofmann aufmerksam gemacht, identisch mit dem Benzyldiphenyldiamin.

Es leuchtet also ein, dass, falls PCl_5 und Acetanilid, wie das Benzanilid, ein Imidchlorid liefert, dieses mit Anilin behandelt in das Aethenyldiphenyldiamin sich muss überführen lassen. Unter besonderen Vorsichtsmassregeln gelingt es auch, aus Acetanilid durch Einwirkung von PCl_5 einen in schönen, durchsichtigen Nadeln krystallisirenden Körper zu erhalten, der wohl sicher das Acetanilidimidchlorid ist, wenngleich alle Bemühungen, eine gute Analyse von dem Körper zu erzielen, an der Zersetzlichkeit desselben bisher gescheitert sind.

Fast unerwartet günstige Resultate wurden ferner in einer anderen Reihe von Amiden einbasischer Säuren erreicht, z. B. durch Einwirkung von PCl_5 auf Aethylacetamid $CH_3CONH.C_2H_5$. In diesem Fall entsteht eine flüssige, starke Base, welche nur im Vacuum destillirbar ist, in reichlicher Menge.

Dr. H. Klinger berichtet sodann im Anschluss an die vorhergehenden Mittheilungen über Einwirkung von Phosphorsuperchlorid auf Phenyloxaminsäureaethyläther.

Digitized by Google

Phenyloxaminsäureaethyläther $\begin{matrix}COOC_2H_5\\ |\\ CONH.C_6H_5\end{matrix}$ wird auf dieselbe Weise gewonnen wie die entsprechende Naphtalinverbindung. Anilin und Oxalsäureaethyläther (gleiche Mol.) werden erhitzt, bis nach dem Erkalten die Flüssigkeit vollständig erstarrt. Die weisse, krystallinische Reactionsmasse ist ein Gemenge von Oxanilid und phenylirtem Oxamethan. Von warmem Alkohol wird nur der Aether gelöst und durch nochmaliges Umkrystallisiren aus demselben Lösungsmittel rein erhalten. Die Ausbeute beträgt 70—80 pCt. der theoretischen.

Der Aether bildet grosse, farblose Tafeln und Prismen bei 66° schmelzend, in Aether, Alkohol, Benzol leicht, in heissem Wasser schwer, in kaltem nicht löslich. Aus Wasser krystallisirt er in verfilzten, feinen, weissen Nadeln, welche bei 64.°5 bis 65° schmelzen.

Alkalien führen den Aether in Salze der Phenyloxaminsäure, Ammoniak in Monophenyloxamid über. Mit Chloracetyl verbindet er sich unter Abspaltung von Salzsäure zu Phenylacetyloxaminsäureäther, farblose Tafeln oder dicke, weisse Prismen bei 66—67° schmelzend.

Brom wirkt substituirend auf den Phenylrest des Oxanilaethans; der Körper $\begin{matrix}CONH.C_6H_4Br\\ |\\ COOC_2H_5\end{matrix}$ bildet glänzend weisse Blättchen und flache Nadeln, Schmelzpunkt 154—156°, und liefert beim Verseifen bei 61—62° schmelzendes Bromanilin.

Phenyloxaminsäureäther und Phosphorpentachlorid wirken bei gewöhnlicher Temperatur nur langsam aufeinander ein. Die Reaction, bei welcher ein Entweichen von Salzsäure nicht beobachtet wurde, muss durch Erwärmen weiter geführt werden; von der Dauer dieser Erwärmung und von der dabei erreichten Temperatur ist die Zusammensetzung des resultirenden Körpers wesentlich abhängig.

Erwärmt man nicht über 70° und nur bis Phenyloxaminsäureäther und Phosphorpentachlorid vollständig verflüssigt sind, so erstarrt nach dem Erkalten die braungelbe Flüssigkeit zu einem Brei schwach gelbgefärbter, durchsichtiger Krystallnadeln. Phosphoroxychlorid kann von denselben durch Decantation und wiederholtes Waschen mit Petroleumäther fast vollständig getrennt werden. Durch einmaliges Umkrystallisiren aus heissem Petroleumäther erhält man die Nadeln farblos. Sie schmelzen bei 71°; die Analysen führen zu der Formel $C_{19}H_{11}Cl_2NO_2$. Die analytischen Zahlen stimmen allerdings nicht genau, aber doch sehr annähernd mit den von der Theorie geforderten überein; das in folgendem beschriebene Verhalten des Körpers erklärt diese Differenzen zur Genüge.

Der neue Körper, Phenylamidodichloressigsäure-

Digitized by Google

äther, $\begin{matrix} CCl_2NH \cdot C_6H_5 \\ COOC_2H_5 \end{matrix}$ ist ziemlich unbeständig; an feuchter Luft geht er unter Salzsäureabspaltung in Phenyloxamaethan zurück; heisses Wasser veranlasst unter lebhafter Einwirkung dieselbe Oxydation. Durch Alkalien und wässriges Ammoniak wird er demzufolge in dieselben Verbindungen wie Phenyloxamaethan übergeführt.

Längere Zeit auf 80—90° erwärmt oder bei kurzem Erhitzen auf 110° geht das Dichlorid unter Austritt von Salzsäure in ein Monochlorid über.

Dieselbe Verbindung entsteht, wenn das Gemenge von Phenyloxaminsäureäther und Phosphorpentachlorid auf Temperaturen über 80° erwärmt wird. Gegen Wasser und Alkalien verhält sich das Monochlorid wie das Dichlorid; mit überschüssigem Anilin behandelt liefert es auch dasselbe Anilid: gelbgrüne, bei 134—136° schmelzende Flitter, welche durch Kochen mit verdünntem Alkohol in Oxanilid übergeführt werden.

Beim Erhitzen auf 120—150° zersetzen sich die Chloride rasch unter Entwicklung von Kohlenoxyd, Salzsäure, Chloraethyl und wenig Kohlensäure. Dieselbe Zersetzung findet statt bei längerem Erhitzen auf 90—100°. Die rückbleibenden, krystallinischen Körper sind noch nicht weiter untersucht worden.

Phosphorpentachlorid wirkt demnach folgender Gleichung gemäss auf die Gruppe — $CONHC_6H_5$ ein

$$— CONHC_6H_5 + PCl_5 = — CCl_2NHC_6H_5 + POCl_3.$$

Prof. **Kekulé** legt zwei Stücke krystallinischen Glases vor. Das eine ist aus einer Glashütte in Intra am Lago maggiore mitgebracht worden und enthält die schon vielfach beobachteten nadelförmigen und prismatischen Glaskrystalle. Das andre stammt aus der Glashütte der chemischen Gesellschaft in Stolberg: es ist dem Vortragenden von Herrn **Hasenclever** verehrt worden und enthält jene merkwürdigen sechsgliedrigen Sternkrystalliten, die der verstorbene Prof. H. **Vogelsang** eingehend untersucht hat und die in dessen von Prof. **Zirkel** herausgegebenen Untersuchungen über die Krystalliten beschrieben und abgebildet sind. Der Vortragende bemerkt dazu, dass ähnliche, aber offenbar weniger gut ausgebildete Sternkrystallite schon vor vielen Jahren von H. **Reinsch** in einem Glas aus der Volpelius'schen Hütte im Sulzbacher Thal in der Pfalz beobachtet worden sind. (Vgl. Jahresbericht der Chemie für 1847 und 1848.)

Herr **Siegfried Stein** legte sodann, im Anschluss an seinen Bericht in der Physikalischen Section über Normalgewichte und Maasstäbe aus Bergkrystall, das Muster von Herrn **Hermann**

Digitized by Google

Stern in Oberstein vor: nach welchem er die Zusammenfügung grösserer Massstäbe aus mehreren Stücken bewirkt. Die zusammengehörigen Stücke werden aufeinander gekittet und rechtwinklig von oben, aber schräg gegen die Längsseiten durchschnitten. Die Enden passen dann beim Umkehren genau aneinander nach dem geometrischen Satz: werden zwei parallele Linien von einer dritten durchschnitten, so sind u. s. w.

Zur Befestigung werden die Enden quer gegen den Schnitt durchbohrt und mit Keilchen von Bergkrystall befestigt. Ueber die Schnittfläche geht die Theilung hinweg und bietet so die Controlle der Unveränderlichkeit.

Herr Siegfried Stein theilte noch mit: Seiner Zeit klagte ihm ein Bleilöther, welcher mit einem sogenannten Wasserstoffgebläse arbeitete, über Krankheitserscheinungen, die auf Vergiftung durch Arsenwasserstoff hinwiesen. Der Vortragende schlug dem Manne vor, den aus unreinem Zink resp. aus unreiner Schwefel- und Salzsäure entwickelten Arsenwasserstoff enthaltenden Wasserstoff vor der Entzündung durch eine an dem Apparat befestigte Waschflasche zu leiten, welche eine Lösung von schwefelsaurem Kupferoxyd (Kupfervitriol, blauer Vitriol) enthalte.

Es schlägt sich darin Arsenkupfer nieder und der Wasserstoff ist rein. Diese einfache Einrichtung dürfte sich besonders den Schwefelsäure-Fabrikanten empfehlen, welche an den grossen Bleikammern und Bleiabdampfschaalen so bedeutende Bleilöthungen vornehmen lassen. Die Gesundheit der damit beschäftigten Arbeiter ist durch dieses kostenlose Verfahren geschützt gegen eins der heftigsten Gifte.

Als Mitglied wurde in die Gesellschaft aufgenommen Herr Dr. Claisen aus Cöln.

Physikalische Section.

Sitzung vom 15. Februar.

Vorsitzender: Prof. Troschel.

Anwesend: 16 Mitglieder.

Wirkl. Geh.-Rath v. Dechen legte eine keilförmige Steinwaffe vor, welche in der Nähe der Römerstrasse von Kirf nach Remich gefunden und der Sammlung des naturhistorischen Vereins von dem Bergverwalter Grebe in Trier geschenkt worden ist. Dieselbe besteht aus einem grobkörnigen krystallinischen Diabas, wie derselbe in einem Theile der Saar- und Moselgegenden an vielen Stellen vorkommt.

Derselbe berichtete über den kürzlich erschienenen Jah-

Digitized by Google

resbericht der Commission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel für die Jahre 1872 und 1873. Im Auftrage des Ministeriums für die landwirthschaftlichen Angelegenheiten herausgegeben von Meyer, Möbius, Karsten und Kupffer, 1. Abth. mit einer Seekarte und 12 Kupfertafeln.

Der erste Abschnitt dieses Berichtes: »Zur Physik der Meere, Beobachtungen über Meeresströmungen, Temperatur und specifisches Gewicht des Meerwassers während der Nordseefahrt vom 21. Juli bis 9. September 1872« ist von Dr. H. A. Meyer bearbeitet und zerfällt in folgende Unterabtheilungen: A. Instrumente, B. die Fahrt, C. Zusammenfassung und Erörterung der auf der Untersuchungsfahrt gemachten Erfahrungen, D. Physikalisches Journal für die Nordseefahrt der Pommerania unter 255 Nummern. Der 2. Abschnitt über die Luft des Meerwassers ist vom Professor O. Jacobsen bearbeitet; der 3. »Die botanischen Ergebnisse« von Dr. P. Magnus; der 4. »Die in den Grundproben der Nordseefahrt enthaltenen Diatomaceen« von A. Schmidt in Aschersleben. 1. Folge; die Fortsetzung wird in der 2. Abtheilung des Jahresberichtes folgen; der 5. »Zoologische Ergebnisse.« Dieselben zerfallen nach den Thierklassen in 11 Abschnitte, von denen jedoch erst 5 vorliegen, nämlich: Rhizopoden von Fr. E. Schulze, Spongien von Oscar Schmidt, Coelenterata von Fr. E. Schulze, Echinodermata von Möbius und Bütschel und Vermes von Möbius.

Die dem Werke beigefügte Seekarte (Mercator's Projection) reicht vom 51. bis 61. Grad N. Br., von 11 Grad O. L. bis 6 Grad W. L. und stellt so die ganze Nordsee dar. Die Tiefen derselben sind durch verschiedene Farbentöne angegeben von 0 bis 10 Faden (zu 6 Fuss Preuss.), von 10 bis 30 Faden, von 30 bis 50 Faden, von 50 bis 100 Faden, und unter 100 Faden mit dem dunkelsten Tone. Der Cours des Schiffes und die 255 Beobachtungsstationen sind auf der Karte angegeben. Aus der Unterabtheilung „über die Fahrt" ist Folgendes hervorzuheben. Die übereinanderliegenden Strömungen sind bei Lindesnaes an der Südspitze von Norwegen am genauesten beobachtet worden. Der warme und salzarme Oberstrom, welcher aus der Ostsee kommt, hat hier nur eine Tiefe von 4 Faden, bei 20.6° Centigr. und 2.2 Procent Salzgehalt; darunter folgt ein kälterer und salzreicher Strom, welcher von S. kommt und der jütischen Küste gegen N. folgt, von 12.3° und 3.4 Procent Salzgehalt und bis gegen 50 Faden Tiefe reicht und endlich der kalte und salzreiche Unterstrom, welcher in 50 Faden Tiefe nur 6.1° Temperatur besitzt und bis auf den Grund in 220 Faden reicht. Nur ein Theil des mittleren Stromes geht um die Nordspitze von Jütland, Skagen in die Ostsee, während der andere Theil sich gegen West wendet und an der norwegischen Küste in die Nordsee zurückkehrt. Mehrfache Beobachtungen zeigten, dass der Wind das warme Wasser des Ober-

Digitized by Google

stromes stellenweise ganz forttreiben kann, so dass der um 8.3° kältere mittlere Strom an die Oberfläche treten kann.

Die Fahrt folgte der norwegischen Küste bis gegen Bergen über den 60. Grad N. Br. hinaus, wo in dem bis 337 Faden tiefen Kors-Fjord interessante Beobachtungen gemacht wurden, da etwas weiter vom Eingange entfernt bereits in 100 Faden die niedrige Temperatur von 3.2°. in 200 Faden 0°, dagegen auf dem Grunde in 337 Faden Tiefe wieder 5.5° gefunden wurde. Es war die Absicht gewesen, die Fahrt von Bergen gegen W. nach den Schettland-Inseln zu machen, dieselbe musste aber wegen des ungünstigen Wetters aufgegeben werden und wurde die schottische Küste bei Peterhead erreicht, und von hier die Westküste der Nordsee bis Lowestoft in England verfolgt. Es zeigte sich hier der wesentliche Unterschied zwischen dem nördlich der Doggerbank und dem südlich derselben gelegenen Theile der Nordsee. Auf der Nordseite ist die Temperatur bei 10 Faden um 3°, bei 20 Faden um 9° und auf dem Grunde in 26 bis 35 Faden Tiefe um 8.5° kälter als an der Oberfläche, während dieser Unterschied auf der Südseite überhaupt nur 1.6° beträgt. Die überaus gleichmässige Durchwärmung des Meerwassers in dem südlichen flachen Theile der Nordsee wurde auf der Fahrt von der englischen Küste nach der holländischen bestätigt, welche bei Texel erreicht wurde und ebenso auf der Fortsetzung der Fahrt an der deutschen Küste. Bei Helgoland fand sich von der Oberfläche an bis auf den Grund im 39. Faden Tiefe nur ein Unterschied von 0.2° in der Temperatur, ebenso war auch hier der Unterschied im Salzgehalte ein geringer. Die Vermischung des Wassers in diesem flachen Meere, welches an keiner Stelle die Tiefe von 25 Faden überschreitet, wird vorzugsweise durch die Bewegung der Ebbe und Fluth hervorgebracht. Auch bei der Fahrt an der Jütischen Küste von S. gegen N. wurde der Uebergang aus dem gleichmässig durchwärmten Wasser in das nördliche Gebiet beobachtet, wo zwei verschieden warme Wasserschichten über einander liegen.

Aus der Erörterung der auf der Fahrt gemachten Erfahrungen ist besonders hervorzuheben, dass in der nördlichen tieferen Hälfte die von Nord kommende kalte Unterströmung eine Fortsetzung derjenigen ist, welche das englische Schiff Porcupine zwischen den Schettland- und Faroer-Inseln in der grössten Tiefe von 640 Faden mit einer Temperatur von — 1.3° ermittelt hat, während der warme Oberstrom mit 8° bis gegen 200 Faden Tiefe erreicht. In die bis gegen 400 Faden tiefe Rinne des Skager Rack kann nur dieses wärmere Wasser eindringen, weil ihre nördliche und westliche Grenze eine sehr viel geringere Tiefe besitzt.

In der südlichen flacheren Hälfte ist die Temperatur an der englischen Küste etwas niedriger, als an der holländischen und jütischen Küste, weil die kalte Strömung auf der Westseite der Dog-

Digitized by Google

gerbank eindringt und dagegen die warme auf der Ostseite abfliesst. Dem Schlusssatze dieses Abschnittes: die auf der Fahrt an verschiedenen Punkten der Nordsee beobachteten starken Verschiedenheiten des Wassers in Temperatur und Dichtigkeit erscheinen hinreichend beachtenswerth, um zu vielseitigen dauernden Beobachtungen aufzufordern, die erst zu einer genauen Kenntniss der verwickelten Bewegungsgesetze führen können, von denen die physikalischen Eigenschaften der Nordsee abhängig sind.

Die Untersuchungen der Luft des Meerwassers vom Professor Jacobsen haben sehr interessante Resultate geliefert. Es sind 24 Analysen von an der Oberfläche geschöpftem Meerwasser gemacht worden und ergaben dieselben mit Ausschluss der drei extremen Resultate, dass diese Luft — abgesehen von der Kohlensäure — aus 33.7 bis 34.08 Procent Sauerstoff und 66.3 bis 65.92 Procent Stickstoff besteht und daher nahe übereinstimmt mit dem Gasgemenge, welches von reinem Wasser aus der Atmosphäre aufgenommen wird. Von dem aus der Tiefe bis zu 700 M. (372 Faden) geschöpften Wasser wurden 49 Analysen veranstaltet; wobei die geringste erhaltene Sauerstoffmenge sich zu 28.23 Procent ergeben hat. Als Resultat derselben ist anzuführen, dass die Summe von Sauerstoff und Stickstoff in der Tiefe nahezu gleich ist der Menge dieser Gase, welche das Wasser bei seiner wirklichen Tiefentemperatur an der Meeresoberfläche aus der Atmosphäre aufnehmen würde, weniger den etwa verbrauchten Sauerstoff.

Die Bestimmung der vom Meerwasser absorbirten Kohlensäure ist ungemein schwierig, da sich kaum eine scharfe Grenze zwischen freier und sogenannter halbgebundener Kohlensäure angeben lässt, und beim Kochen sich aus denselben Proben je nach den Umständen sehr verschiedene Mengen entwickeln. Als schliessliches Resultat ergiebt sich, dass 1 Liter 0.1 Grm. oder 50 Ccm. enthält.

Die Zunahme der Kohlensäure zeigte sich auf dem Wege von der Ostsee zur Nordsee bei zunehmendem Salzgehalt. Eine Verschiedenheit der Kohlensäuremenge in verschiedenen Tiefen trat nur bei erheblich verschiedenem Salzgehalt ein, sonst wurde in der Tiefe nicht mehr Kohlensäure als an der Oberfläche gefunden. Eine geringe Zunahme des Kohlensäuregehaltes findet in der Nähe der englischen und deutschen Küste statt und lässt sich besonders auffallend in dem schon sehr verdünntem Wasser des Zuidersee's erkennen.

Wichtig sind die Untersuchungen über den Gehalt des Meerwassers an kohlensaurem Kalk; sie ergaben, dass kein Meerwasser jemals frei von kohlensauren Kalk ist und dass die entgegenstehenden Angaben (woraus die weitgehendsten Schlussfolgerungen abgeleitet worden sind) auf einem Irrthum beruhen. Soweit nur nicht wesentlich verdünntes Meerwasser mit annähernd $3^1/_2$ Procent Salz berücksichtigt wird, ergiebt sich für den ganzen nördlichen Theil

Digitized by Google

der Nordsee, ohne Ausschliessung der norwegischen Küste der Gehalt an kohlensaurem Kalk ($\dot{C}a\ddot{C}$) zu 18 bis 28 Milligrm. im Liter. In der Nähe der südlichen Küsten der Nordsee ist derselbe grösser und erreicht sein Maximum von 25 Milligrm. in dem sehr verdünnten Wasser des Zuidersee's. Der Verfasser hat hiernach seine bereits früher ausgesprochene Ansicht bestätigt gefunden, dass das Vorhandensein ungeheurer Mengen Kohlensäure in Meerwasser in einem solchen Zustande, wo sie der Athmungsluft der Seethiere nicht ohne Weiteres zugezählt werden kann, ohne anderer Seits der Vegetation des Meeres unzugänglich zu sein, ohne Zweifel für das maritime Thier- und Pflanzenleben von höchster Bedeutung ist.

Prof. vom Rath legte zunächst mit Dankesausdruck Probestücke einer Reihe von Varietäten des Quarz führenden Dioritporphyrs von Quenast in Belgien vor, welche von Herrn Renard S. J. in Löwen der Mineralien-Sammlung der Universität verehrt wurden. Ueber diese Gesteine sowie über die höchst merkwürdigen konglomeratähnlichen Porphyre Belgiens wird in nächster Zeit von Herrn Renard eine sehr umfangreiche Arbeit mit zahlreichen Analysen und mikroskopischen Darstellungen erscheinen.

Derselbe Vortragende zeigte dann zwei dem Herrn Seligmann jr. gehörige, merkwürdige Diamantkrystalle. Der eine (5 mm. gross) hat die Form eines sechsstrahligen Sternes mit gewölbter Oberfläche und besteht aus einer Verwachsung zweier gewöhnlicher Diamantzwillinge von dreiseitiger linsenförmiger Gestalt. Zwei dieser allbekannten Zwillinge denke man sich mit ihrer Tafelfläche (Zwillingsebene) unter 60° Drehung verbunden. Der andere Diamantkrystall ist noch weit merkwürdiger und vielleicht ein Unicum. Er besteht aus 14 verwachsenen Krystallen, welche indess nur zweierlei Stellung haben. Man denke sich — um eine annähernde Vorstellung von dieser Gruppe zu erhalten — zwei Würfel mit 60° Drehung durcheinander gewachsen, nach Weise des Flusspaths aus Cumberland. Man stelle den Zwilling mit der Zwillingsaxe vertical und an die Enden dieser Axe je einen Diamantkrystall, von denen der obere mit dem unteren in Zwillingsstellung sich befindet. Ausserdem stelle man an die zwölf seitlichen Ecken der Würfelgruppe je einen Diamantkrystall und zwar in paralleler Stellung mit dem betreffenden Würfel, welchem die Ecke angehört. Es werden nun 6 der seitlichen Krystalle parallel stehen mit dem oberen Diamantkrystall, 6 andere, alternirend mit jenen stehende, parallel mit dem unteren, während überhaupt nur zwei Stellungen resp. Individuen existiren. Die Gruppe gleicht nun einem Stern mit sechs kurzen gerundeten Strahlen, welcher in der Mitte oben und unten gleichsam einen Knopf trägt. Jedes dieser Scheitelindividuen ist einfach, während jeder der sechs ein sternähnliches Gebilde darstellenden Strahlen aus zwei in Zwi-

Digitized by Google

lingsstellung befindlichen Individuen zusammengesetzt ist. Diese merkwürdige Diamantverwachsung bildete bereits Gegenstand des Studiums von G. Rose und Herrn Prof. Sadebeck. Letzterer wird dieselbe ausführlicher beschreiben und darstellen. Die betreffende kunstvolle Zeichnung von Herrn Sadebeck wurde vom Vortragenden vorgelegt.

Derselbe berichtete sodann nach brieflicher Mittheilung über die neueste Untersuchung des Herrn Des Cloizeaux in Paris, die optischen Eigenschaften der triklinen Feldspathe betreffend. Herr Des Cloizeaux hatte sich die Frage gestellt, ob man die vier Hauptspecies der triklinen Feldspathe, Albit, Oligoklas, Labrador und Anorthit, durch ihre optischen Merkmale sicher unterscheiden könne, und ob durch die optische Untersuchung ein Argument für oder gegen die Tschermak'sche Theorie gewonnen wird, welche die Kalknatron-Feldspathe als isomorphe Mischungen von Albit und Anorthit betrachtet.

Die Untersuchungen Des Cloizeaux's haben nun ergeben, dass jede der vier genannten Feldspathspezies durch eigenthümliche optische Charaktere ausgezeichnet ist. So kommt Herr Des Cloizeaux zu dem Schluss, dass der Labrador (bei welchem die Ebene der optischen Axen und die spitze positive Bissectrix stets die gleiche Orientirung darbieten, mit Dispersion $\varrho > v$) nicht als eine Mischung von Albit mit spitzer positiver Bissectrix und von Anorthit mit spitzer negativer Bissectrix, beide mit Dispersion $\varrho > v$, betrachtet werden kann.

Was den Oligoklas betrifft, so kann man — trotz der grossen Unregelmässigkeit in der Grösse des Axenwinkels und trotz des bald positiven bald negativen Zeichens der spitzen Bissectrix — kaum annehmen, dass er eine Mischung von Albit und Anorthit sei.

Eine ausführlichere Darlegung der Arbeit Des Cloizeaux's über die optischen Charaktere der triklinen Feldspathe gab der Vortragende im Neuen Jahrb. für Mineralogie 1875. 3. Heft. Der Vortragende hob indess hervor, dass — welches auch immer die optischen Eigenschaften der Kalknatron-Feldspathe sein mögen — ihre chemische Zusammensetzung sich nur durch die Theorie von Tschermak erklären lasse.

Schliesslich berichtete Prof. vom Rath über seine Untersuchung des Plagioklas im Trachyt der Perlenhardt im Siebengebirge. Bisher war durch gesonderte Analyse noch für keinen Plagioklas, welcher als wesentlicher Gemengtheil eine Trachytvarietät des Siebengebirgs bildet, die chemische Mischung erforscht worden. Die Annahme eines sog. »Kali-Albits vom Drachenfels« durch Abich beruht nämlich nicht auf der Analyse ausgesuchter Krystallkörner, sondern der mit Chlorwasserstoffsäure zuvor behandelten Grundmasse. Besondere Schwierigkeiten bieten sich allerdings bei dem

Digitized by Google

Versuche, die Plagioklaskörner unserer Trachyte mechanisch zu sondern. Für unsere Andesite von der Wolkenburg und dem Stenzelberg erscheint wegen ihrer Feinkörnigkeit die Aufgabe fast unmöglich. Günstiger liegt die Sache bei dem so ausgezeichnet porphyrartigen »Sanidin-Oligoklas- oder Drachenfelser Trachyt«, welcher ausser dem berühmten burggekrönten Fels am Rhein den Gebirgskamm vom Schallenberge bis zum Lohrberge und namentlich den östlichsten Vorhügel des Gebirgs, die Perlenhardt, bildet. Die lichte Grundmasse des Trachyts vom Drachenfels, von welcher sich die weissen Plagioklaskörner nur wenig abheben, macht auch für diese Gesteinsvarietät die Aussonderung schwierig. Leichter ist es bei der Varietät der Perlenhardt, aus deren grauer Grundmasse die Plagioklase deutlich hervortreten. Durch ausserordentliche Grösse der Sanidine (bis 6 Cm.) ist zudem dies Gestein das ausgezeichnetste unter den Trachyten unseres Gebirgs. Die Plagioklaskörner erreichen zuweilen eine Grösse von 5 mm. und lassen nicht selten eine deutliche Streifung erkennen. Neben Biotit und Hornblende ist schwärzlich grüner Augit vorhanden und im mikroskopischen Schliffe auf das Deutlichste zu erkennen. Die Hornblende, von brauner Farbe, ist mit einem Saume von Magneteisenpunkten umgeben, welche den lichtgrünen Augitdurchschnitten fehlt. Viel Titanit. In sehr zahlreichen Drusen und kleinsten Hohlräumen: Quarz [1]), Tridymit, Magnet-

1) Die zierlichen Quarze in den Hohlräumen des Trachyt's der Perlenhardt haben gewöhnlich eine recht symmetrische Ausbildung, ihr Typus ist dihexaëdrisch mit niedrigem Prisma (∞R). Die Kanten zwischen Dihexaëder und Prisma sind fast stets durch glänzende Flächen abgestumpft. Die Neigung dieser, ein vollflächiges Dihexaëder bildenden Abstumpfungsflächen zu den Flächen R, resp. —R beträgt 169½°; woraus das Zeichen $^3/_2$R, —$^3/_2$R. Es sind dies zwei von Des Cloizeaux aufgefundene Formen, und zwar $^3/_2$R = e^3 an zwei Krystallen von Traversella, einem aus Brasilien und einem aus Ala. —$^3/_2$R = e$^4/_5$ an vielen Krystallen von Traversella und aus dem Wallis. — Die Ausbildung dieser Krystalle aus dem Trachyt der Perlenhardt ist sehr ähnlich derjenigen der kleinen Quarze in Schmelzdrusen einiger Laven des Laacher Gebiets, welche von Dr. Joh. Lehmann aus Königsberg aufgefunden, bestimmt und in seiner wichtigen Schrift »über die Einwirkungen eines feurigflüssigen basaltischen Magmas auf Gesteins- und Mineraleinschlüsse« (s. Verh. naturhist. Vereins preuss. Rheinl. u. Westf. 31. Jahrg. S. 1—40). Auch jene kleinen Lava-Quarze bieten jenes spitzere durch das Rhomboëder ± $^3/_2$R gebildete Dihexaëder dar. Sehr treffend sagt Joh. Lehmann über ihre Bildung: »An eine Infiltration kieselsäurehaltiger Wasser in diese Drusen ist hier nicht zu denken. Da die Quarze in engster Verbindung mit grünen Augitnädelchen vorkommen, zum Theil von ihnen überlagert werden und in diesen Drusenräumen sich überhaupt keine Spur der gewöhnlichen Infiltrationsprodukte findet.« Auf die Analogie der Laacher Laven-Quarze mit derjenigen aus dem Trachyte der Perlenhardt weist bereits Dr. Lehmann hin.

Digitized by Google

eisen, Eisenglanz; dazu auch kleine freiausgebildete, leider mattflächige Plagioklase. Tridymit und Quarz finden sich in Drusen dieses Trachyts stets gemeinsam, als eine scheinbar gleichzeitige Bildung. Das Gestein ist reich an Einschlüssen feinkörniger Trachyt-Varietäten und um diese Einschlüsse sind namentlich die eben genannten Mineralien in kleinen Krystallen ausgebildet. Es konnten zu der folgenden Analyse nur 0,3345 Gr. Substanz verwandt werden. Das Natron wurde deshalb aus dem Verlust bestimmt.

Plagioklas aus dem Trachyt der Perlenhardt.

Spec. Gew. 2,576. Glühverlust 0,44.

Kieselsäure	62,2	Ox. = 33,2
Thonerde	23,5	11,0
Kalk	5,3	1,5
Natron	9,0	2,3
	100,0	

Sauerstoffproportion 1,048 : 3 : 9,065.

Dieser Feldspath ist demnach ein Oligoklas von nahe gleicher Mischung wie derjenige aus dem obsidianähnlichen Trachyt von Conejos am oberen Rio grande del Norte in Colorado (s. Ztschrift d. deutsch. geolog. Gesellsch. 1875). Der Trachyt der Perlenhardt und ohne Zweifel auch dasdurchaus ähnliche Gestein des Drachenfels sind demnach in der That »Sanidin-Oligoklas-Trachyte«.

Dr. Gurlt legte eine Reihe von Kupfererzen aus den Burra-Burra-Gruben in Süd-Australien vor und besprach ihr eigenthümliches Vorkommen. Diese Erzlagerstätte, welche zu einer der grössten der Welt gehört, wurde im September 1846 entdeckt und gab schon in den ersten 5 Jahren 1,128,000 Ctr. und bis Ende 1857, also in 11 Jahren 2,572,000 Ctr. Kupfererze von 20 Procent durchschnittlichem Kupfergehalt her. Dabei fanden über 1000 Arbeiter beständige Beschäftigung, welche das neugegründete Städtchen Kooringa, etwa 20 Meilen nördlich von Adelaide, bevölkerten. Das Anlagekapital der ersten Gesellschaft betrug nur 12,320 Pfd. St. in Actien von 5 Pfd. St., welche in den ersten 5 Jahren über 2000 Proc. Dividende oder 100 Pfd. St. per Actie einbrachten. Nach 1857 verlor die Gesellschaft die meisten Arbeiter, die nach den neu entdeckten Goldlagern in der Provinz Victoria auswanderten, so dass der Betrieb sehr eingeschränkt wurde; auch schien sich die Lagerstätte nach der Tiefe zu auszukeilen und es entstand bei den australischen Geologen die Ansicht, dass sie ein trichterförmiges, sich nach unten ausspitzendes, Stockwerk bilde. Dass dieses jedoch nicht der Fall ist, sondern dass diese aussergewöhnliche Erzablagerung nur das Resultat einer Zahl sich hier kreuzender Erzgänge ist, wurde erst in neuerer Zeit festgestellt.

Die Formation, in welcher diese Gänge auftreten, ist ihrem

Digitized by Google

Alter nach bisher unbestimmt, da bis jetzt keine Petrefakten in derselben aufgefunden wurden, auch anstehendes Gestein über Tage fast gar nicht getroffen wird und die unterirdischen Aufschlüsse sich fast ganz auf die Erzmasse beschränkten. An der Nordseite der Grube finden sich dünne Bänke eines quarzigen Kalksteines mit Quarzit, an ihrer Südseite eine Masse von Serpentin und wahrscheinlich Gabbro, so dass man bisher annimmt, dass die Formation einer älteren metamorphischen Sedimentbildung angehöre.

Innerhalb des Grubenfeldes treten nun in einer Länge von etwa 300 M. vier Gänge auf die N.—S., und drei die O—W. streichen, also eine grosse Zahl von Kreuzungspunkten miteinander bilden. Die beiden Hauptgänge der ersteren fallen überdies nach O. und die beiden anderen nach W., jenen entgegen, ein und schneiden den östlichen Gang bei etwa 60 M. Teufe. Derselbe heisst Tinlines Gang und streicht NNW.—SSO. mit einem Einfallen von 65 Grad nach O. und einer Mächtigkeit von 10 bis 14 M. Er hat als Salbänder Serpentin und besteht oben aus Eisenoxyden, dem sogenannten eisernen Hut oder Gossan der Cornwaller Bergleute, die stark mit kohlensauren Kupfererzen imprägnirt sind; mit zunehmender Tiefe werden die Eisenoxyde dichter und enthalten Nester von Rothkupfererz, zuweilen in Massen von mehreren Tons; dann tritt Quarz überwiegend als Gangmasse auf, der wenn er weich und zerreiblich ist, Malachit und Lasur, in den festeren Parthien dagegen Atakamit, Rothkupfererz und Gediegen-Kupfer, bis zu 60 M. Teufe führt. Der westlichere Hauptgang, Allens Gang genannt, hat ein etwas westlicheres Streichen, als der vorige, fällt mit 64 Grad nach O., hat gleichfalls deutliche Serpentin-Salbänder, und ebenfalls 10—13 M. Mächtigkeit. Seine Ausfüllungsmasse ist Thonschiefer, theils aufgelöster, theils feinkörniger Quarz und Sandstein, welche wie übereinander gepackt liegen und oft schöne Harnische oder Rutschflächen zeigen. Die Gangmasse enthält in der oberen Abtheilung grüne und blaue Carbonate von Kupferoxyd mit etwas Rothkupfererz, zu dem sich Atakamit gesellt, der bei 60 M. Teufe vorherrscht, aber mit Buntkupfererz gemengt ist. Dieses und Kupferkies nimmt nach der Tiefe zu, so dass bei 210 M. sie nur noch allein vorkommen und die oxydirten Erze, sowie der Atakamit, ganz verschwunden sind. Die beiden Nebengänge streichen fast genau N—S. und fallen mit 40—50 Grad nach W.; sie bestehen aus Quarz und quarzigem Kalkstein und führen Atakamit mit einem Durchschnittsgehalt von 30 Procent, doch treten auch in ihnen die Sulfurete in der Tiefe alleinherrschend auf. Bei ihrem Antreffen in den Hauptgängen hielt man sie für das feste Nebengestein und glaubte die Erzführung abgeschnitten, doch nach ihrer Durchbrechung zeigte es sich, dass dieselbe auch jenseits mit Buntkupfererz und Kupferkies anhält. Die Burra-Burra-Gruben geben so ein schönes

Digitized by Google

Beispiel von mehreren Zonen, in denen verschiedene Kupfererze vorkommen, indem die untere die Sulfurete, die mittlere die Oxyde und Chloride, und die obere die Carbonate enthält. Diese Vertheilung giebt einen Fingerzeig für die Genesis der verschiedenen Kupfererze, indem die Sulfurate als die älteste Bildung anzusehen sind, aus deren Umwandlung zuerst die Chloride, dann die Oxyde und endlich die Carbonate hervorgegangen sind.

Prof. Pfeffer sprach über den Mechanismus der Reizbewegungen von Pflanzenorganen. Nachdem der Vortragende den durch seine Untersuchungen (Physiolog. Untersuchungen, Leipzig 1873) gewonnenen Standpunkt kurz gekennzeichnet hatte, zeigte er, wie die Behauptungen eines französischen Forschers, E. Heckel, durch sehr grobe methodische Fehler entstanden sind. Heckel trug nämlich Schnitte aus reizbaren Organen in Glycerin und sah die hierdurch bedingte Contraction des Protoplasmas unbegreiflicherweise als eine Folge der Reizung an. Dass thatsächlich bei ausgeführter Reizbewegung das Protoplasma sich nicht von der Zellwandung abhebt, war bereits früher festgestellt, ob aber solches dann bei einer Reizung geschehe, wenn die gedehnten elastischen Zellhäute an ihrer Verkürzung und damit die Zelle an ihrer Volumenverminderung gehindert wird, liess der Vortragende in der oben erwähnten Abhandlung unentschieden. Thatsächlich findet aber auch unter diesen Umständen, wie mit geeignetem Apparate angestellte Versuche ergaben, keine Contraction des Protoplasmas statt.

Medicinische Section.

Sitzung vom 23. Februar 1875.

Vorsitzender: Prof. Binz.

Anwesend: 17 Mitglieder.

Herr Dr. Freusberg und Dr. Dittmar werden als ordentliche Mitglieder aufgenommen.

Herr Siegfried Stein trägt vor: Meine Herren! Wenn ich es wage vor Ihnen aufzutreten, so glaube ich es damit rechtfertigen zu dürfen, dass ich zuerst gerne einen Tribut der Dankbarkeit abtragen möchte, für die anregenden unterrichtenden Vorträge, denen beizuwohnen Einige von Ihnen mir gütigst gestatteten. Meinem Wunsch, weiter zu forschen an natürlichen Präparaten, machte leider der Anatomie(Secir)saal einen unüberwindlichen Strich durch die Rechnung.

Frühere mehrjährige empirische Arbeiten auf dem Gebiete der öffentlichen und Schul-Gesundheitspflege führten mich zuerst

Digitized by Google

zu der Frage: Was ist Luft, woraus besteht sie? Ferner: Wie wirken die Bestandtheile der Luft auf das Blut des Menschen? Diese Gedanken führten mich dann weiter zu dem Schluss: dass vorzugsweise die Blutkörperchen die Träger des eingeathmeten Sauerstoffs und der ausgeathmeten Kohlensäure sein müssten.

Die mikroskopisch untersuchte Form der Blutkörperchen bestärkte mich in dieser Ansicht, sowohl beim kranken wie beim gesunden Blut von Menschen und Thieren. Früher zu chemischen Zwecken ausgeführte Dialyse — und die dabei angewandten verschiedenen Formen der Dialysatoren führten mich auf den Gedanken, dass jedes Blutkörperchen einem geschlossenen Dialysator in diminutiv kleinster Form zu vergleichen sein dürfte.

Die Seitenwand etwas fester und stärker, mehr oder weniger ringförmig; dabei oben und unten, d. h. auf den Flächen, überspannt mit einer dünnen Membran, durch welche die Gase Sauerstoff und Kohlensäure hindurch diffundiren.

Der innere Hohlraum ist gefüllt mit einer Flüssigkeit, welche vorzugsweise Hämaglobulin, also eine Eisenoxydverbindung enthält. Diese letztere ist Träger des Sauerstoffs nach dem Einathmen der Luft und wird Träger der Kohlensäure bei der Cirkulation der Blutkörperchen im Blutstrom vor der Ausathmung.

Das Verhalten einer dialysirten Eisenoxydlösung gegen Sauerstoff und Kohlensäure hat mich auf diese Vermuthung geführt.

Vielleicht ist die Eisenverbindung im Hämaglobulin als organisches Eisensalz eine noch viel energischer wirkende, wie das blosse Eisenoxyd in wässriger Lösung im dialysirten Zustand es schon ist.

Findet durch gesteigerten Verbrennungsprocess z. B. in Fieberkrankheiten, oder durch Vergiftungen mit Kohlenoxyd resp. Blausäure ein aussergewöhnlich rascher Gasaustausch statt, oder wird die Eisenverbindung dabei reducirt und verändert, oder werden durch einen directen Angriff dieser und ähnlicher Agentien auf die dünnen Membranen der Blutkörperchen dieselben zerstört, so zerspringen als die dünnsten schwächsten Theile die Membranen und die Blutkörperchen zeigen dann die Form eines Ringes mit nach Innen oder Aussen gezacktem Rand.

Die Membranen zerreissen vom schwächsten Punkt, dem Centrum aus meist in sternförmiger Gestalt und bilden sich so die vorerwähnten ringförmigen Figuren mit gezacktem Rand.

Der Inhalt der kleinen Dialysatoren ergiesst sich ins Blutserum und dürfte daher die Erscheinung des durchgehends ziegelhellroth gefärbten Blutes vielleicht abzuleiten sein bei solchen Krankheits- und Vergiftungsfällen.

Die Frage: Woher stammen die Blutkörperchen und wie ist ihre eigenthümliche Form entstanden? — führte mich auf dem Wege der Blutbahnen und der inneren Organe zu der Milz. In der

Digitized by Google

Milzvene zeigen sich mitunter im Verhältniss von 1 : 70 die weissen Blutkörperchen. Dieselben sind in der Milzarterie nicht vorhanden, dürften also auf die Milz als ihre Bereitungsstätte hinzeigen. Die Erscheinung, dass im Foetus erst dann weisse Blutkörperchen sich zeigen, wenn die Milz ausgebildet ist, dürfte vorstehende Ansicht bestätigen.

Der hohe Eisengehalt der Milz dürfte auch mit dem hohen Eisengehalt der Blutkörperchen in Beziehung stehen. Die weissen Blutkörperchen werden roth, sobald sie die Lungen passirt haben und der Sauerstoff die Eisenverbindung geröthet hat, wie dialysirtes Eisen. Die Bildung der Blutkörperchen dürfte auf eine rein mechanische Thätigkeit der Milz zurück zu führen sein; ähnlich wie beim Pressen von Blei- oder Drainröhren die Prägung einer Art Hohlkörper vorkommt, wenn beim Pressen intermittirender Stoss wirkt. Die Milz ist nicht immer, sondern nur mitunter thätig und dann durch den intermittirenden Pulsschlag arbeitend.

Durch diese Untersuchungen ist mir immer klarer geworden, welchen hohen Werth eine sauerstoffreiche reine Luft nicht nur auf den Athmungsprocess als solchen, sondern auch auf das ganze Wohlbefinden des Menschen hat.

Habe ich früher schon schöne Erfolge erlebt durch Einrichtung der Ventilation in Schulen, Kirchen und Wohnungen, wie auch an mir selbst den ausserordentlich erfrischenden wohlthuenden Einfluss der reinen Luft an der See und auf den Alpen empfunden; so konnte ich mir nach und nach immer besser erklären, wodurch die nachfolgenden Thatsachen bedingt waren.

Aus einer Elementarschule starben in sieben Jahren 35, sage fünfunddreissig Kinder. Die Kleineren waren nicht einmal in der Lage, alle gleichzeitig zu sitzen. Für jedes Kind waren noch nicht einmal 50 Cubikfuss Luftraum und kaum über 3 Quadratfuss Bodenfläche vorhanden. Der Einfluss dieser Schule hat sich in der ganzen dieselbe besuchenden Kinderschaar in trauriger Weise geltend gemacht. Wie viel sind noch übrig von den gleichzeitig in jene Schulklasse eingetretenen Kindern??

Einmal den Missstand erkannt, wandte ich alle Mittel an, denselben zu beseitigen zunächst durch Verkauf des Schullokals und durch Neubau geräumiger ventilirter Klassen.

Aus der zuerst ventilirten Klasse starb weder noch erkrankte ein Kind während einer Blattern-Epidemie, als 10 pCt. der ganzen Bevölkerung daran erkrankten und fast 2 pCt. an dieser Krankheit starben.

Ich erwähne nur diese wenigen Fälle, obgleich ich eine grosse Zahl zur Illustration mittheilen könnte und schweige gern über manche dabei gemachte bittere Erfahrung. Wohl aber möchte ich auf Grund obiger Thatsachen hiermit anregen, dass aus Ihrem Kreis,

Digitized by Google

meine Herren, officiell zunächst hier am Platz eine Reihe von Luftanalysen ausgeführt würden, aus den Hörsälen der Alma mater anfangend bis durch die höheren und niederen Schulen herab, wie auch in sonstigen Versammlungslokalen. Geschieht dies, dann wird die Einrichtung der Ventilation in diesen Räumen von selbst folgen, wie die Anlage der Wasserleitung der Erkenntniss, dass das Trinkwasser schlecht sei.

Herr Geh.-Rath Prof. Busch bespricht die Versuche gänzlich getrennte grössere Hautstücke auf einen anderen Boden zu transplantiren und theilt mit, das der erste Versuch einer solchen Plastik, der sogenannten älteren indischen Transplantationsmethode, nach der Renaissance der Plastik in Europa im Jahre 1823 von Bünger in Marburg gemacht wurde. Bünger schnitt in einem Falle, in welchem weder die Haut der Stirne noch die des Armes für eine Rhinoplastik geeignet war, ein grosses Stück Haut aus der vorderen und äusseren Seite des Oberschenkels aus und pflanzte es auf den wundgemachten Nasenstumpf. Ein Stück der Haut starb zwar ab, aber der grösste Theil des Lappens heilte an. Später angestellte Versuche von Dzondi misslangen und Dieffenbach sagt ausdrücklich, dass sämmtliche Versuche, welche er bei Menschen mit ganz getrennten Hautstücken anstellte, misslungen seien bis auf ein paar Fälle, in welchen irgend ein kleiner Winkel des Lappens erhalten wurde. Auch hier stiess sich noch die oberste Schichte des Coriums ab.

Erst als Reverdin gelehrt hatte, dass minimale oberflächlich abgeschnittene Cutisstückchen sich auf granulirende Flächen verpflanzen lassen und dort festwachsend neue Narbeninseln bilden, versuchte man auch wieder die Ueberpflanzung etwas grösserer Cutisstücke, welche aus der ganzen Dicke der Haut herausgeschnitten waren. Mit wechselndem Erfolge sind an verschiedenen Orten und auch hier diese Ueberpflanzungen grösserer Cutisstücke vorgenommen worden. Die meisten sind uns abgestorben, einige aber unter den bekannten Erscheinungen angeheilt. Das grösste, dessen Anheilung uns gelungen war, hatte etwa einen halben Quadratzoll Oberfläche. B. stellt nun einen Patienten vor, bei welchem Herr Albers in Essen die Ueberpflanzung sehr grosser Hautstücke vorgenommen hat. Der Patient hatte vor zehn Jahren eine ausgedehnte Verbrennung an den unteren Extremitäten erlitten, in Folge deren grosse ulcerirende Flächen zurückgeblieben waren. Nach langer Ruhe trat wohl zuweilen Vernarbung ein, aber die dünnen Narbenmassen platzten immer wieder, sobald sie bei der Bewegung gespannt wurden. Herr Albers schnitt vor zwei Jahren zwei grosse Hautstücke aus der Haut über den Brustmuskeln und pflanzte diese in der durch die Spannung bei der Bewegung am meisten beein-

Digitized by Google

trächtigte Gegend, die Dorsalseite des Kniees ein. Gegenwärtig sehen wir einen Hautlappen von der Grösse eines Handtellers, und einen andern kleineren, etwas grösser als einen Quadratzoll, fest und dauernd mit der Umgebung verwachsen. Die Versuche über die Innervation ergeben nun, dass diese von einer ganz andern Hautstelle hergenommenen Lappen, bei welchen keine Ernährungsbrücke einen Nervenzusammenhang erhalten hat, empfinden und dass der Patient die Reizungen richtig localisirt. Die Empfindung ist nach Aussage des Patienten dumpfer als an gesunden Hautstellen, am deutlichsten ist sie in der Nähe der Narbe, am undeutlichsten im Centrum des Lappens. Da die Reizungen mit einer scharfen Nadel vorgenommen werden und da die Dicke der Lappen eine beträchtliche ist, so ist wohl der Verdacht ausgeschlossen, dass der Patient nur durch den Lappen hindurch den Druck des Instrumentes fühlt und B. glaubt demnach auch diesen Fall als Beweis dafür anführen zu können, dass die Nerven des Bodens, auf welchen der Lappen verpflanzt ist, durch die Narbe in den letzteren hineingewachsen sind.

Sodann bespricht B. noch kurz den Mechanismus der sogenannten Luxation des Penis. Auf diese sonderbare Verletzung ist in der neueren Zeit seit der Veröffentlichung des Moldenhauerschen Falles die Aufmerksamkeit wiederholt gelenkt worden, aber trotz der, wenn auch kurzen, doch deutlichen Besprechung des Nélaton'schen Falles durch Hyrtl scheint wegen des unglücklich gewählten Namens der Mechanismus nicht Allen klar zu sein. Die Haut des Penis ist fester und inniger mit der des Scrotums und der Regio suprapubica verbunden, als mit dem inneren Blatte des Praeputiums. Bei den Maschinenverletzungen, bei welchen das Scrotum von Kammrädern erfasst und gleichsam aufgewickelt wird, reisst die Haut nicht zwischen Scrotum und Penis, sondern die Penishaut wird von ihrer Insertion am inneren Blatte des Praeputiums abgerissen, so dass das letztere auf der Eichel zurückbleibt und nach seiner Spaltung und Umklappung zur Bekleidung eines grossen Theiles des Gliedes dienen kann. Wenn nun umgekehrt das Praeputium vor dem Gliede von einer Gewalt erfasst und hinreichend stark vorwärts gerissen wird, so wird ebenfalls wieder die Verbindung zwischen innerem und äusserem Blatte der Vorhaut getrennt, gleichzeitig werden die lockeren Verbindungen zwischen der Penishaut und dem Gliede losgestreift und die Scrotalhaut sowohl als auch die Haut der Regio suprapubica, entsprechend der Grösse der Gewalt, nach vorne gerissen und von ihrer Unterlage abgetrennt. Nun hängt es von der Richtung der ziehenden Gewalt ab, je nachdem dieselbe die von ihrer Unterlage losgestreifte Haut mehr nach oben oder nach unten anzieht, ob der am Becken befestigte Penis, während seine und die benachbarte Haut über ihn fortgerissen wird, unten in das Scrotum oder in die Unterbauchgegend

Digitized by Google

geräth. Der Penis selbst spielt also bei dieser Verletzung eine durchaus passive Rolle und nur die Haut wird über ihn fortgezogen.

Herr Prof. N. Zuntz berichtet über im hiesigen physiologischen Institute angestellte Versuche, welche den Einfluss des veränderten Athemdrucks auf den Kreislauf des Blutes betrafen.

Er empfiehlt als Vereinfachung der bekannten Waldenburgschen Methode für gewisse Fälle die Benutzung der Müller'schen Spritzflaschenventile, an denen der Druck sehr bequem durch verschieden tiefes Eintauchen des längeren Rohres in die Sperrflüssigkeit variirt werden kann, und die ausserdem beliebig lange ein ununterbrochenes Fortathmen gestatten.

Die Einwirkung der verschiedenen Anwendungen des Athemdrucks auf Pulsfrequenz und Blutdruck wird an kymographischen und sphygmographischen Curven demonstrirt. Das Genauere hierüber findet sich in einem Aufsatze, der in nächster Zeit im Archiv für die gesammte Physiologie erscheinen wird.

Herr Dr. von Mosengeil sprach über Anwendung der Salicylsäure.

Ich wollte ganz kurz mittheilen, was ich bei einem Besuche der Thiersch'schen Klinik in Leipzig über Anwendung der Salicylsäure bei antiseptischer Wundbehandlung gesehen. Lister's grosse Erfindung, wie Nussbaum das antiseptische Verfahren in der Chirurgie genannt, ist besonders in Deutschland von den Chirurgen schnell und fast allgemein angenommen worden. Die Verhandlungen des letzten Chirurgencongresses liessen dies erkennen. Dass bei so ausgedehnter Anwendung schnell Modificationen der Methode und neue Versuche erfolgen würden, liegt nahe. Diese führten zur Salicylsäure und vortreffliche Resultate scheint ihre Anwendung statt der Carbolsäure als Desinficiens und Antisepticum zu gewähren. Die mit ihr angestellten Experimente sind von besonderem wissenschaftlichen Interesse, da reine Raisonnements auf sie hinwiesen, und die praktischen Erfolge die aprioristischen Schlüsse der Theorie zu bestätigen scheinen. Die vielfachen Unbequemlichkeiten, welche bei der Anwendung der Carbolsäure sich herausstellten, erregten den Wunsch nach zweckmässigeren Mitteln von gleicher oder besserer Wirkung, und Kolbe, der Chemiker, schlug Thiersch, dem Chirurgen, vor, die Salicylsäure zu probiren, von welcher er ihrer chemischen Constitution und ihrer bisher bekannten physikalischen Wirkungen wegen, das Günstigste hoffte. Carbolsäure ist von einem vielen Menschen geradezu unerträglichen Geruch und wirkt in nicht zu kleinen Dosen innerlich oder selbst von

Digitized by Google

aussen aufgenommen, öfter giftig — ich erinnere mich, dass selbst bei dem gebräuchlichen Zusatz von 1—2 Esslöffeln auf ein Vollbad Vergiftungserscheinungen eintraten, zwar nur bei zwei Individuen, aber jedesmal, wenn sie, was wegen grosser übel riechender Wunden geschah, in ein solches Desinfectionsbad gesetzt wurden; bei anderen Patienten blieb unter gleichen Verhältnissen jede üble Wirkung aus. Athembeklemmung, Congestionszustände zum Kopf, das eine Mal schnell vorübergehende Urinverfärbung und Schmerz in der Nierengegend waren die Erscheinungen.

Ferner kommen, da reines Phenol sehr schwer darzustellen ist, bei den meist durch Kressilsäure verunreinigten Produkten unter dem Einfluss des Lichtes Zersetzungen vor, wie das Zerfliessen und Rothwerden zeigt. Nicht nur unsre frisch bezogen klaren Krystalle zerfliessen unter Aufnahme von etwas Feuchtigkeit alsdann an der Luft um eine rothbraune Flüssigkeit zu geben, auch mit Carbolsäure imprägnirtes Wasser und Verbandstoffe färben sich. Mit der Zeit verlieren die carbolisirten Substanzen durch Verdunstung ihren Phenolgehalt und antiseptischen Eigenschaften. Diesen Uebelständen gegenüber ist die Salycilsäure geruchlos, von geringem, schwach süsslichem Geschmack, beständiger, und kann in grösseren Gaben auch innerlich gut vertragen werden. Hinsichtlich ihrer antiseptischen Qualitäten (worunter ich nicht nur die fäulnisswidrigen Eigenschaften verstanden wissen will, sondern besonders die dem Auftreten von pyämischen und verwandten Wundkrankheiten entgegen wirkenden) scheint sie durchaus dasselbe, respektive mehr, als das Phenol zu leisten.

Ihrer dem Phenol ähnlichen Zusammensetzung wegen empfahl, wie gesagt, Kolbe die Salicylsäure zu Versuchen. Diese verliefen durchaus zufriedenstellend; aber der Anwendung stellte sich noch ein grosses Hinderniss entgegen. Man stellte sie meist aus dem theueren Wintergrünöl dar und ein Kilogramm kostete über 100 Thaler. Kolbe schaffte auch hier Rath, theoretische Raisonnements und praktische Versuche liessen ihn schnell eine Methode der Darstellung finden, welche, wie anzunehmen, mit noch grossem Gewinn für den Fabrikanten es ermöglicht, dem Publikum das Pfund für 5 Thaler zu liefern. Ausser der erwähnten Methode, nach welcher sie in Fabriken aus Wintergrünöl gewonnen wurde, konnte man sie aus Carbolsäure gewinnen. Diese mit metallischem Natrium unter einem Kohlensäurestrom erwärmt, ergab eine der Hälfte ihrer eigenen Masse gleiche Quantität Salicylsäure (mit Kalium die ihr isomere Paraoxybenzoesäure). Kolbe wandte statt des theuren Natrium Natron an und erhitzte stärker, bis 180 und 200° C., wobei sich salicylsaures Natron bildete, das in Wasser gelöst und mit Salzsäure versetzt, sofort die in Wasser nur schwer lösliche (Löslichkeitscoefficient ist 1 : 300) Salicylsäure krystallinisch ausfallen

Digitized by Google

lässt. Der Vorgang bei dieser alkalischen Schmelzung mag durch die Formel ausgedrückt werden:

$$2\left\{\begin{matrix}C_6H_4\left\{\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right.O\end{matrix}\right\}+CO_2=C_6H_4\left\{\begin{matrix}HO\\H\end{matrix}\right\}+C_6H_4\left\{\begin{matrix}HO\\CO^2H\end{matrix}\right.$$

wobei sich zeigt, dass die Hälfte der angewandten Carbolsäure als Salicylsäure ausgebracht werden kann, während die andre Hälfte als Carbolsäure wieder zu gewinnen ist. Der jetzige Preis der Salicylsäure beträgt 5 Thaler pro Pfund, wird aber leicht bei ausgedehnterer Anwendung gewiss weit sinken können; Phenol kostet etwa 26 Sgr. Trotzdem wird das Missverhältniss der Kosten durch einen Umstand wesentlich gehoben: während Phenol einen Löslichkeitscoefficienten für Wasser von gewöhnlicher kühler Temperatur von etwa $^1/_{20}$ hat, ist er für Salicylsäure viel gringer, es lösen sich nur 0,3 pCt. in Wasser. Diese ein Drittheilprocentige Lösung genügt aber vollständig, da wo sie bei chirurgischen Zwecke angewandt wird, und man sonst $1^1/_2$—2 pCt. Phenollösung nahm. Lister nimmt jetzt $2^1/_2$ und 5 pCt. Lösung. In Alkohol ist die Löslichkeit grösser und wird zu Desinfectionszwecken eine einprocentige alkoholische Lösung verwandt, welche dieselbe Intensität der Wirkung hat, wie die früher in Leipzig und in Halle noch verwandte Chlorzinklösung, welche man, um sie wirksam zu haben, 2—8 pCt. stark applicirte. Trotz Volkmanns Empfehlung verliess Thiersch bald das Chlorzink, da er bei den hauptsächlich Desinfection der Wunden verlangenden grösseren Verletzungen, wobei Knochenpartien entblösst oder betroffen waren, meist beträchtliche Knochennekrose nach ihrer Anwendung folgen sah, die natürlich ausser der in ihr selbst begründeten Gefahr noch eine Verlangsamung des Heilungsprocesses herbeiführte. Ausser dieser stärkeren alkoholischen und der schwächeren wässrigen Lösung wird die Salicylsäure in Leipzig noch in fester krystallinischer Form angewandt und zwar in einer stärkeren und schwächeren (sit venia verbo!) mechanischen Verdünnung. Es wird entfettete Watte mit Lösungen getränkt, die nach dem Trocknen eine 8- und eine angeblich 10procentige Imprägnation hinterlassen. Ob die ursprünglich allerdings nur 1procentige alkoholische Lösung nicht auch durch die Salicylsäure in Substanz und deshalb, unterstützt von dem ja gleichfalls antiseptisch wirkenden Alkohol, so kräftig desinficirend wirkt, wie es der Fall ist, will ich nicht fest behaupten, aber vermuthe es: wenn man nämlich Wasser zu der genannten Alkohollösung bringt, scheidet sich so viel Salicylsäure aus, dass nur eine der verdünnenden Wassermenge entsprechende Quantität in Lösung bleibt. Bei Berührung mit Wundsekret, Blut etc. wird dasselbe stattfinden, so wie auch bei sogenannten 10proc. oder auch nur 6 und 8proc. wässrigen Carbolsäurelösungen das starke Aetzen und Absterben der Epidermis nicht anders, als durch die nicht gelöste

Digitized by Google

nur suspendirte oder emulsirte concentrirte Säure bewirkt wird. Einen Uebelstand hat übrigens die Salicylsäure, nämlich den, dass ihre, wenn auch so sehr verdünnte wässrige Lösung die Epidermis viel stärker als eine 1—3proc. Phenollösung angreift; den Wunden selbst scheint sie nichts zu thun. Es wird deshalb die den zu salicirenden Wunden nahe liegende Epidermis vor der Application permanenter Befeuchtung stark mit Palmöl bestrichen und eingerieben und bei Anlagen chirurgischer Wunden kein Salicylspray, sondern der alte Lister'sche Carbolspray weiter verwandt, um die Hände der Operirenden nicht zu sehr zu maltraitiren. Was ich nun zuerst auf der Leipziger Klinik sah — und ich will es zuerst erwähnen, ehe ich eine schematische Uebersicht des Systems der Salicylsäurebehandlung gebe, war folgender Fall. Es wurde ein Patient in den Saal gebracht, welchem unter Beobachtung der betreffenden Behandlungsweise drei und eine halbe Woche vorher der Oberschenkel an der Grenze des mittleren und unteren Drittheils amputirt worden. Der Verband war noch nicht bis Dato gewechselt worden, nur einen halben Tag lang hatte der Patient in den ersten Tagen nach der Operation gefiebert, doch war die Temperatur nicht über 38 und einige Zehntel Grade gestiegen gewesen. Aussehen und Befinden des Patienten waren vortrefflich. Der Verband wurde sorgfältig aufgeschnitten, diesmal ohne einen Spray dabei anzuwenden, da der Verband genau untersucht werden sollte. Der Stumpf selbst wurde abgelistert mit 1—2 pCt. Phenollösung, und es zeigte sich nach der Entfernung des Protectivsilk, welches die Wunde bedeckte, dass überall Prima intentio erfolgt war, bis auf die minimalen Stellen der Wundwinkel, die so weit klafften, als es die Weite der Drainageröhrchen verlangte. Die Wundnaht war mittels Lister's prepared Catgut ausgeführt, und ich sah hier, wie ich es auch in meiner Praxis mehrfach beobachtet, worauf aber noch nicht aufmerksam gemacht worden zu sein scheint, dass Resorption des Catgut da eintritt, wo keine Eiterung, sondern directe Verwachsung, nur Quellung und Lockerung des Fadens, so dass er durchschnitten werden muss, wenn Eiterung im Stichkanal vorhanden. Diese Eiterung wird (in Parenthese gesagt) besonders dann stattfinden, wenn durch zu starkes Anziehen der Fäden eine Druckgangrän der dünnen, zwischen der Fadenschlinge befindlichen Gewebsschicht erfolgt. — In hohem Grade interessant erwies sich der abgenommene Verband. Sein Gewicht betrug nicht ganz 5 Pfund. Die inneren Hüllen bestanden aus der stärker mit Salicylsäure imprägnirten Watte, welche man, um sie leicht kenntlich zu machen, mit Carmin schwach geröthet hatte. Ich zeige Ihnen hier diese Sorte, wie sie mir Geh. Rath Thiersch gesandt und wie sie in der Hausapotheke der Leipziger Klinik zubereitet wird. Sie soll 10 pCt. enthalten, während diese weisse 3 pCt. haltige im Handel, das Pfund

Digitized by Google

zu 5 Mark, zu haben ist. Nahm man nun vom Verband periphere Partien der Watte, so gaben sie bei betreffender Untersuchung — Abspühlen mit Wasser und Zusatz von etwas Eisenchlorid — die schöne tiefviolette Salicylsäurereaction. Nahm man hingegen von der innersten Schicht, so fand, trotzdem da relativ mehr als das dreifache Quantum Salicylsäure hätte vorhanden sein müssen, nur eine schwache Reaction statt. Entweder hat die Eiterung und das Wundsekret die Salicylsäure ausgewaschen, was aber bei der geringen Menge Flüssigkeit nicht möglich gewesen wäre, die durchaus unmöglicher Weise Alles hätte in Lösung fortführen können, oder es haben chemische Processe bei Berührung des Wundsekrets mit der Salicylsäure stattgefunden, wobei die letztere verändert worden. Einen ferneren recht interessanten Befund gewährte die mikroskopische Analyse des arg zersetzten, stark nach Fettsäuren riechenden, der Menge nach geringen, am Protektivseik und der Innenseite des Verbandes, wo dieser der Bespühlung mit Eiter ausgesetzt war, befindlichen Wundsekrets. Zahllose niedere Organismen wimmelten im Gesichtsfeld, Bacterien, Vibrionen, Monaden, Kokken und durchaus noch unbekannte, noch nicht beschriebene Gebilde; so sah ich z. B., worauf mich Geh.-Rath Thiersch aufmerksam machte, mehrere Wesen, die ich unter anderen Verhältnissen für Spermatozoiden angesprochen hätte: birnförmige Köpfe mit langen peitschenförmigen Stielen, welche dieselben Bewegungen hatten, wie die der Saamenkörperchen; auch die Grösse stimmte etwa. — Der starke Geruch nach Fettsäuren hätte ein übleres Aussehen des Stumpfes vermuthen lassen sollen, da Fettsäuren, wie wir bei ranzigen Verbandsalben sehen, zu den die Wunden mit am allermeisten reizenden Substanzen gehören. Wahrscheinlich erfolgt die Heilung unter dem Salicylwattverband so schnell im Allgemeinen wie auch speciell im vorliegenden Falle, dass zur Zeit der Zersetzung des Wundsekrets und Fettsäurenbildung der Wundverschluss schon erfolgt ist. In allen Fällen wird dies freilich nicht zutreffen, und sind auch thatsächlich, während die accidentellen Wundkrankheiten übler, perniciöser Natur, Pyämie und Septicämie, ausblieben, die Erysipele öfter beobachtet, jedoch fanden sich keine von besonderer Intensität. — Eine Eigenschaft der Salicylwatte mag besonders beitragen, die Zersetzung des Wundsekrets zu bewirken; sie filtrirt nämlich den Eiter, saugt die flüssigen Bestandtheile auf und lässt sie nach der Peripherie zu vordringen, die festen und geformten hält sie zurück. Ist die Salicylsäure, welche diesem Retentum nahe gelegen, verbraucht (darauf weist der geschwundene Gehalt der Watte hin), so fangen die Zellen an sich zu zersetzen. Es wurde deshalb ein anderes Verbandmaterial als Träger der Salicylsäure gesucht und ich schlug Herrn Geh. Rath Thiersch die aus sehr feiner und sehr steifer, elastischer Faser bestehende Jute vor. Vor Kurzem habe ich eine Probe von

Digitized by Google

dieser Substanz nach Leipzig geschickt und die Antwort erhalten, dass man sie mit Salicylsäure imprägniren wolle und Prof. Th. darin das gewünschte Material gefunden zu haben hofft, das auch die Morphotica durchlässt. Der Preis der Jute dürfte gleichfalls ein Recommandationsfaktor sein, da von ihr der Centner zu einem einzigen, langen, bandartigen Streifen verarbeitet, nur 25 Mark kosten soll, Watte aber sehr theuer ist.

Das System der Behandlung ergiebt sich fast von selbst, wenn wir die zwei Punkte im Auge behalten, 1) nach Lister streng antiseptisch zu verfahren, und 2) uns, wo es angeht, statt der Carbolsäure der Salicylsäure in ihren beiden Formen, fest und gelöst zu bedienen. Das heisst jede Wunde, die wir aus heilkünstlerischer Absicht anlegen, durchaus mit nichts in strikte Berührung zu bringen, was inficiren könnte; jedes Instrument, Luft oder menschliches Wesen muss unmittelbar vor der Berührung desinficirt und darf nur im Desinfectionsnebel dem Operationsfeld genähert werden. Ferner muss jede Wunde, mit welcher ein Patient zur Anstalt kommt, desinficirt werden. Auch bei sehr grossen Zerschmetterungen, wobei doch gewiss eine sehr beträchtliche Resorptionsbasis vorhanden, und falls Patient nicht sofort zur Klinik gebracht wurde, gewiss schon viel Infectionsstoffe angenommen hat, sah ich die überraschendsten Resultate. Wie die einprocentige alkoholische Lösung der Salicylsäure so kräftig desinficiren kann, ist mir nur durch die Annahme erklärlich, dass die Desinfection an der Oberfläche vor sich geht und nur dort zu erfolgen braucht; nach der Tiefe zu müsste man annehmen, würde eine weitere Desinfection nicht möglich sein, da schon durch den Alkohol beträchtliche Gerinnungen erfolgen müssen, durch deren Massen hindurch in den centripetalen Bahnen nicht leicht eine Einwirkung stattfinden wird, indem nicht wie bei der Essigsäure die Salicylsäure dem schon resorbirten Gift folgen wird. Der Organismus selbst sorgt, wie auch viele andere Erscheinungen anzunehmen zwingen, im Laufe des Stoffwechsels für Vernichtung des Giftes, nur neue Invasion schädlicher Substanzen und Zerstörung der am dichtesten an der Oberfläche der Resorptionsfläche vorhandenen wird bewirkt. — Nach der Desinfection der Wunden und Reinigen des ganzen Patienten durch Bäder wird der verwundete Theil entweder der nassen oder trocknen Salicylbehandlung unterworfen: Operationswunden, bei denen man ja sicher sein kann, dass keine Infection vorgekommen, mehr dem trocknen Verbande, andre Wunden und solche, die man noch öfter inspiciren will, der nassen. Zu letzterem Zwecke wird der verwundete Theil einfach so gelagert, dass er in Tücher geschlagen werden kann oder leichtest damit bedeckt ist; diese sind mit der wässrigen Salicylsäurelösung befeuchtet und werden fortwährend aus einem nur wenig höher stehenden Irrigator, dessen Hahnöffnung je nach der Grösse

Digitized by Google

der Verletzung schneller oder langsamer einen Tropfen fallen lässt, damit berieselt. Untergelegte Cautschukdecken fangen die abtropfende Flüssigkeit auf und leiten sie in Gefässe. Wie gesagt muss die Haut zur Schonung vorher mit Palmöl eingerieben werden. Es kann dabei eine beträchtliche Verletzung heilen, ohne andre Mühwaltung, als die, dass alle Tage 1 oder 2mal der Irrigator gefüllt, ein Lappen bisweilen gelüftet wird, um die Wunde nachsehen zu können. Ich sah so behandelt Zerschmetterungen von Gliedmassen, die conservativ zu behandeln mir die höchste Kühnheit schien; aber die ganzen Wunden z. B. vom Knie bis zum Fuss gehend, oder Unterschenkel und Oberschenkel betreffend, sahen gut granulirend aus, die Patienten hatten kein oder während kurzer Zeit höchst geringes Fieber nur gehabt, fühlten sich wohl, soweit möglich, und waren bei gutem Appetit.

Bei dem erst später angewandten trocknen Verband wird nach Vollendung einer Operation, während bis dahin ein Carbolspray thätig war, die Wundgegend, welche dicht über der Wunde einen Protectivsilkstreifen trägt und deren Umgebung gleichfalls mit Palmöl bestrichen ist, mit der beschriebenen Salicylwatte umhüllt und diese durch Gazebinden, die aus wässriger Salicyllösung genommen werden, umwunden. Da wo Wundsekret nach aussen dringt, wird neue Watte darum gehüllt und aufgebunden, so dass der Verband immer dicker wird und z. B., wie bei jenem geschilderten Fall fast 5 Pfund schwer beim Entfernen nach $3^1/_2$ Wochen sein kann. Vor zwei Wochen etwa, als mir Herr Geh. Rath Th. den Empfang der Jute anzeigte, theilte er mir mit, dass er bis dahin 12 Amputationsstümpfe auf der Station liegen habe, bei welchen allen ein gleich guter Erfolg vorhanden wäre. Das beste Zeugniss für die gute Wirkung der Methode liegt jedoch in dem Gesammtresultat: Auf einer Station von 4—500 Betten, von welchen 3—400 constant belegt sein werden, sind in der Zeit, seit welcher die Salicylsäurebehandlung eingeführt ist, also fast $^3/_4$ Jahr lang, nur drei Fälle von Pyämie vorgekommen, von denen zwei, wie mir ein Assistent sagte, in floridem Zustand eingeschleppt worden. Dabei ist die Chirurgie eine ausserordentlich viel conservativere geworden. Ich konnte mich schliesslich nach der Visite nicht enthalten, mit einem bei aller Anerkennung halb scherzhaften Tone zu fragen, »woran sterben denn dann noch hier die Patienten?« Die Mortalitätsziffer ist freilich eine relativ kleinere geworden, Marasmus, Amyloide Degeneration etc. wirken aber schon einer Uebervölkerung resp. einer Ueberpatientirung entgegen.

Herr Professor Binz schliesst an diesen Vortrag die Demonstration der Salicylsäure sowie ihres mehrfachen Herkommens and ihrer chemischen Eigenschaften.

Digitized by Google

Derselbe legt vor eine Schrift von Prof. Tomaselli in Catania, betitelt: »La intossicazione chinica e l'infezione malarica. Memoria letta all'Academia nella seduta del 15. Marzo 1874.« Dieselbe gibt acht Beobachtungen, woraus hervorgeht, dass in einzelnen Fällen von Sumpffieber das Chinin selbstständig einen fieberähnlichen Anfall hervorruft. Der Autor beschreibt ihn folgendermassen: Mitten in voller Ruhe wird der Patient etwa 2 oder 3 Stunden nach Aufnahme der ersten Gaben Chinin von heftigem Zittern befallen. Die Temperatur der Haut ist niedrig, das Gesicht bleich, mit kaltem Schweiss bedeckt. In der Lendengegend ein Gefühl von Druck. Galliges Erbrechen. Nach 1 bis 3 Stunden Dauer dieser Erscheinungen steigt die Hauttemperatur rasch; blutiger Harn wird in reichlicher Menge entleert. Das Erbrechen hält an; serös-gallige Stuhlentleerungen treten auf; Athemnoth, Icterus des ganzen Körpers. Das Steigen der Innentemperatur ist rapide und geht von 39,5 bis 42° C. Es endet in raschem Abfall nach 24 bis 48 Stunden, oder auch allmählich innerhalb einer Woche. Der Anfall tritt meistens plötzlich ein, seltener geht eine Aufregung von der Dauer mehrerer Minuten oder höchstens einer Stunde vorauf. — Das die Schilderung im Ganzen. Zu bemerken ist ausdrücklich, dass keine grosse Gaben nöthig sind, um jenen Zustand hervorzurufen; zuweilen reichen wenige Decigramm dazu aus. Nur bei solchen Personen zeigt er sich, die an schwerem Sumpffieber leiden; in andern Krankheitsfällen beobachtete Tomaselli ihn nie trotz hoher Chinindosen. Die heilende Thätigkeit des Chinin wird in jenen Fällen durch den beschriebenen Paroxysmus nicht gestört, vorausgesetzt natürlich, dass eine genügende Quantität überhaupt resorbirt worden war. In dem einen tödtlichen von jenen 8 beobachteten Fällen konnte die Section leider nicht gemacht werden. Tomaselli lässt die Natur der Intoxication desshalb unentschieden. Das Präparat soll stets rein gewesen sein. Wo die Anwendung des Alkaloides sich so unstatthaft erwies, leisteten Arsenik oder Eucalyptus mehrmals gute Dienste. Einreibungen von Chininsalbe blieben ohne jeden Erfolg, wie das übrigens (nach den Versuchen von G. Primavera, Il Morgagni 1869. pag. 93) nicht anders erwartet werden konnte.

Diese eigenthümliche auf dem Boden schwerer Malariaerkrankung auftauchende Chininvergiftung ist, wie es scheint, bisher nicht beschrieben worden. Es wird sich aus weitern Beobachtungen ergeben müssen, unter welchen Umständen sie constant ist, denn die Annahme einer sogenannten Idiosynkrasie einzelner Personen gegen das Heilmittel kann nicht genügen. Tomaselli sucht in den Theorien der Chininwirkung nach einer Erklärung. Auch er denkt in erster Reihe an die von keinem Experiment gestützte Hypothese einer speciellen Action des Chinin auf den Sympathicus. Der In-

Digitized by Google

halt der neuern Arbeiten über die pharmakodynamischen Eigenschaften des Chinin wird ausschliesslich nach französischen Referaten citirt und erscheint in Folge dessen in Tomaselli's sonst sehr verdienstlicher Schrift, von welcher eine Fortsetzung erwünscht wäre, nicht immer zutreffend.

Allgemeine Sitzung am 1. März 1875.

Vorsitzender: Prof. Troschel.

Anwesend: 16 Mitglieder.

Generalarzt Dr. Mohnike machte, mit Bezug auf seinen in der allgemeinen Sitzung vom 1. Februar gehaltenen Vortrag über die fleischverzehrende Eigenschaft der Nepentheen, Mittheilung von den „Fütterungsversuchen" dieser Pflanzen mit coagulirtem Eiweiss, Fleisch, Knorpelsubstanz u. s. w., welche Hooker, hierzu von Darwin veranlasst, angestellt und worüber derselbe in seiner, Herrn M. erst nachträglich bekannt gewordenen Eröffnungsrede der zoologisch-botanischen Section der vorjährigen Versammlung britischer Naturforscher zu Belfast, gesprochen hatte. Hierauf zeigte Herr M. sowohl den letzten, unlängst erschienenen, der allgemeinen Jahresberichte über die Lage und den Fortschritt von Indien — »Statement exhibiting the moral and material progress and condition of India, during the year 1872—73, ordered by the House of Commons to be printed 2 Juni 1874« — als auch die früheren Jahrgänge desselben Werkes vor.

Prof. Dünkelberg bespricht auf Grund von Mittheilungen der Professoren Knop in Carlsruhe und Leipzig die Trockenlegung des Fuciner See's bei Avezzano in den Abruzzen, die schon von Cäsar geplant, unter Claudius (52 n. Chr.) theilweise durchgeführt, nunmehr in neuester Zeit von dem Fürsten Torlonia in gründlichster Weise beendigt wurde, und abgesehen von der landwirthschaftlichen Wichtigkeit, auch dadurch von Interesse geworden ist, dass die Bodenmischung, ausser durch ihre in den lokalen Verhältnissen bedingte Entstehungsweise, noch durch vulkanische Asche wesentlich modificirt erscheint. Diese Asche kann ausser von zwei in den Abruzzen belegenen, jetzt erloschenen Vulkanen aus einer Entfernung von 10 Meilen oder sogar von dem 22 Meilen entfernten Vesuv als Flugasche nach dem See übertragen und in dessen Kalkschlamm zu verschiedenen Zeiten in handhohen Schichten gleichmässig abgelagert worden sein, da die Vesuvasche im Jahre 1794 nach Calabrien 25 Meilen weit und im Jahre 1472 sogar bis nach Constantinopel fortgeführt wurde. Der Vortragende geht schliesslich noch auf das agronomische Verhalten solcher vulkanischen Auswurf-

Digitized by Google

stoffe ein und erinnert daran, dass dergleichen auch am Rhein, wenn auch mitunter weniger leicht nachweisbar, wie am Fuciner See, zur Bildung fruchtbarer Bodenarten beigetragen haben werden.

Dr. Gurlt sprach über ein neues Steinsalz-Vorkommen bei Hänigsen, unweit Celle, in der Provinz Hannover. Eine ausländische Gesellschaft hat NW. des Dorfes Hänigsen an einer Stelle, wo dem Diluvialsande Erdöl entquillt, das seit langer Zeit gewonnen wird, ein Bohrloch auf Petroleum stossen lassen. Dieses wies auch bis zu einer Tiefe von 40 M. in den durchteuften Schichten des Diluvium und Tertiär Spuren desselben und in den darauf folgenden bunten Mergeln bis 49 M. etwas grössere Mengen davon nach, doch verlor es sich von da an gänzlich. Das dennoch weiter getriebene Bohrloch traf demnächst Mergel mit Einlagerungen von Gyps an, bei 114 M. zeigten sich Salzmergel und bei 174 M. wurde Steinsalz erbohrt. Dieses hielt aus, mit Ausnahme von drei Zwischenmitteln von Salzmergel, von 13.44, 9 und 17.63 M. Mächtigkeit, bis zu einer Tiefe von 428 M., in welcher das Bohrloch zu Anfang des Februar noch im Steinsalz anstand. Es waren demnach drei Salzlager oder Flötze von einer Mächtigkeit von resp. 52, 13 und 128 M. durchteuft und das vierte Lager bereits 27 M. tief durchbohrt worden. Versteinerungen sind in dem Salzgebirge nirgends beobachtet worden, doch ist es höchst wahrscheinlich, dass diese Salz führenden Schichten der oberen Trias, und zwar dem Keuper, angehören, wie sich aus den Lagerungsverhältnissen und der petrographischen Beschaffenheit der Gypsmergel schliessen lässt. Die Steinsalzlager zu Egestorfshall und Davenstedt bei Hannover, zu Louisenhalle bei Göttingen und zu Sülbeck gehören gleichfalls der mittleren Abtheilung des Keuper, dem Gyps-Keuper, an. Derselbe steht auch in südlicher Richtung von dem Bohrloche, an dem Lühnder Berge, über Muschelkalk und Buntsandstein zu Tage an und der Fund bei Hänigsen ist höchst wahrscheinlich seine nördliche Fortsetzung. Es ist von geologischem Interesse, dass diese Formation und damit ohne Zweifel auch die älteren Glieder der Trias, in der norddeutschen Diluvialebene soweit nördlich angetroffen wurde, wo bisher nur die älteren Schichten der Kreideformation bekannt waren; es wird dadurch die Kenntniss des geologischen Baues unseres Flachlandes wieder um ein Stück gefördert. Die technische Ausbeutung dieses, über 200 M. mächtigen, Salzvorkommens soll demnächst angebahnt werden.

Professor Troschel legte zwei ausgestopfte Ratten, *Mus rattus*, vor, welche jüngst in den Gebäuden der Poppelsdorfer Akademie gefangen waren, und knüpfte daran einige Bemerkungen. Bekanntlich ist nach vielfachen Nachrichten aus den verschie-

Digitized by Google

densten Orten Deutschlands die Hausratte sehr selten geworden, und man ist der Meinung, dass sie dem Aussterben nahe sei. Die letzte lebende Ratte dieser Art kam dem Vortragenden im Jahre 1849 im Poppelsdorfer Schlosse vor, wo er sie mittels Witherit vergiftet hatte. Man nimmt allgemein an, diese sonst so häufige und lästige Art sei allmählich durch die stärkere Wanderratte, *Mus decumanus*, verdrängt worden. Letztere war im Poppelsdorfer Schlosse, das zum Abfluss des Wassers von unterirdischen Kanälen durchzogen ist, überaus häufig, obgleich beständig im Schlosse mehrere Katzen gehalten wurden. Seit etwa anderthalb Jahren zeigten sich keine Ratten mehr. Als Ursachen hiervon lassen sich anführen, 1) dass zu jener Zeit ein Rattengift gelegt war, welches sich sowohl gegen Ratten wie gegen Mäuse sehr wirksam erwies, 2) dass der Ausgang der unterirdischen Kanäle nach dem Weiher, der das Schloss umgiebt, theils durch Anlage einer Senke, theils durch Verschüttung geschlossen wurde. Die Bewohner des Schlosses erfreuten sich der Thatsache, dass sie von der Rattenplage erlöst seien. Ueberraschend war es dem Vortragenden, als ihm Herr Dr. Havenstein gegen Ende des Februar mittheilte, dass in der ganz nahe gelegenen landwirthschaftlichen Akademie sich zahlreiche Ratten gezeigt hätten, von denen drei Stück getödtet worden seien, und dass es keine gewöhnlichen Ratten wären. Auf Bitte des Vortragenden überliess er dem naturhistorischen Museum die drei getödteten Ratten, die sich dann als echte *Mus rattus* erkennen liessen. Der Vortragende führte dann Näheres über die Verbreitung des *Mus rattus* an und theilte die Beobachtungen des Herrn Joh. v. Fischer in Gotha mit, wonach sich *Mus rattus* und *Mus decumanus* stets feindlich gegenüber stehen, auch nur selten zur Paarung gebracht werden konnten, aber auch dann ohne Erfolg. Interessant ist die Rechnung, welche Joh. v. Fischer angestellt hat, wonach aus einem Rattenpaar in 10 Jahren etwa 48,000 Miliarden Ratten entstehen könnten, wenn alle gleichmässig zur Entwickelung kämen, und ihr gewöhnliches Alter von 8 bis 10 Jahren erreichten. Sie sind bereits im Alter von $2^1/_2$ Monaten fortpflanzungsfähig (Zool. Garten 1872 p. 125).

Prof. Pfeffer sprach über einige allgemeine Gesichtspunkte und einige der wichtigsten Aufgaben der Pflanzenphysiologie. Nachdem Redner dargethan, dass die Pflanzenphysiologie auf die Funktionen einzelner Zellen zurückzugehen hat und Zellcomplexe immer nur resultirende Vorgänge als sichtbar werdende Erscheinungen bieten, erläutert er zunächst, wie einfach die Principien sind, auf welche sich Längenwachsthum und Bewegungsvorgänge zurückführen. Es handelt sich hierbei um Dehnung und den entgegenstehenden Widerstand von Zellmembranen, welche bei-

Digitized by Google

den Componenten einzeln oder gleichzeitig ihrer Intensität nach, auch durch äussere Einflüsse, wie durch Licht, Wärme, Schwerkraft modificirt werden können. Die genannten Imponderabilien wirken aber nur als auslösende Kräfte; die zur Ausführung hervorgerufener Bewegungen nöthige Arbeit wird durch im Organismus entwickelte Spannkräfte geleistet.

Mit Hinweis auf den oft ungeheuer grossen hydrostatischen Druck in Zellen, dessen Entstehung, sowie dessen Bedeutung für manche chemische Vorgänge, wird gezeigt, wie letztere mit genauer Kenntniss der in den Zellen gegebenen physikalischen Bedingungen der Erforschung zugänglich werden können, dass indess die fortschreitende Erkenntniss chemischer Vorgänge in Zellen nicht in allen Fällen an diesen fruchtbringenden Weg geknüpft sein werde. Weiter wird dargelegt, dass die Arbeitsleistungen in der Pflanze, in gleicher Weise wie bei Thieren, von der Athmung abhängt und dass Licht nur bei Assimilation, d. h. Bildung organischer Substanz aus Kohlensäure und Wasser, Spannkraft im Organismus anhäuft. — Endlich wird gezeigt, wie einfach wenigstens die Principien sind, welche Aufnahme von Stoffen in die Pflanze und deren Wanderung im Organismus beherrschen. An die genannten und andere den Zellfunktionen zu Grunde liegende Principien anknüpfend, deutete Redner einige der wichtigsten Aufgaben an, welche sich zunächst der Pflanzenphysiologie darbieten, um dann zum Schluss noch die im höchsten Falle erreichbare Grenze der Erkenntniss des pflanzlichen Organismus und seiner Funktionen zu kennzeichnen.

Chemische Section.

Sitzung vom 6. März 1875.

Vorsitzender: Prof. Zincke.

Anwesend: 10 Mitglieder.

Prof. Zincke sprach über die aus der Benzoylisophtalsäure durch Einwirkung von Zink und Salzsäure entstehende Säure.

Der Vortragende hat diese Säure bereits vor einigen Jahren untersucht und die Resultate seiner Untersuchung auf der Naturforscherversammlung zu Leipzig mitgetheilt, konnte damals aber keine genügende Interpretation der beobachteten Thatsachen geben.

Die Benzoylisophtalsäure $C_6H_5—CO—C_6H_3(CO_2H)_2$ entsteht durch Oxydation von Benzylisoxylol: $C_6H_5—CH_2—C_6H_3(CH_3)_2$, welches leicht durch Einwirkung von Zink auf Benzylchlorid und käufliches Xylol erhalten werden kann; sie lässt sich mit Hülfe ihres Barytsalzes, welches in heissem Wasser weit schwieriger löslich ist wie in kaltem, in reinem Zustande darstellen.

Digitized by Google

Bei der Behandlung mit Zink und Salzsäure sollte diese Säure, entsprechend dem Verhalten anderer Ketonsäuren, 2H aufnehmen und in eine sog. Hydrylsäure: $C_6H_5—CH.OH—C_6H_3(CO_2H)_2$ übergehen. Dieses ist indessen nicht der Fall. Das Reductionsproduct ist keine zweibasische Säure von der angegebenen Formel, sondern eine einbasische, welche der empirischen Formel $C_{15}H_{10}O_4$ entspricht.

Der Vortragende hat diese Säure anfangs für eine Keton-Aldehyd-Monocarbonsäure: $C_6H_5—CO—C_6H_3 \begin{cases} COH \\ CO_2H \end{cases}$ gehalten, welche aus der Benzoylisophtalsäure durch Umwandlung der einen CO_2H-gruppe in die Aldehydgruppe entstanden sein konnte. Eine eingehende Prüfung der Säure zeigte jedoch, dass eine derartige Formel nicht wahrscheinlich sei, gab aber keine weiteren Anhaltspunkte zur Beurtheilung der Constitution derselben.

Erst ganz vor Kurzem mit der β-Benzoylbenzoesäure: $C_6H_5—CO—C_6H_4—CO_2H$ ausgeführte Reductionsversuche haben das nöthige Licht über die Constitution der Säure $C_{15}H_{10}O_4$ verbreitet; es hat sich nämlich bei diesen Versuchen herausgestellt, dass die β-Benzoylbenzoesäure ebenfalls keine entsprechende Hydrylsäure: $C_6H_5—CH.OH.C_6H_4CO_2H$ zu bilden vermag, sondern als Product der Reduction ein sehr stabiles Anhydrid von der Formel: $C_{14}H_{10}O_2$ liefert. Dieses Anhydrid kann natürlich nur ein lactidartiges sein, es muss aus vorher entstandener Hydrylsäure durch Wasseraustritt sich gebildet haben, und ihm die Formel.

$$\begin{array}{l} C_6H_5—CH—C_6H_4 \\ \qquad\quad\;\; | \qquad\;\; | \\ \qquad\quad\;\; O — CO \end{array}$$

zukommen.

Ganz in derselben Weise wird auch die Einwirkung von H auf Benzoylisophtalsäure verlaufen, auch hier wird zuerst die oben formulirte Hydrylsäure entstehen; als nicht existenzfähig geht dieselbe aber sofort unter Wasserabspaltung in ihr lactidartiges Anhydrid über. Dieses Anhydrid muss die Formel

$$\begin{array}{l} C_6H_5—CH—C_4H_3—CO_2H \\ \qquad\quad\;\; | \qquad\;\; | \\ \qquad\quad\;\; O — CO \end{array}$$

besitzen und demnach eine einbasische Säure sein.

Der Vortragende macht noch darauf aufmerksam, dass diese Anhydridbildung vielleicht im Zusammenhang steht mit der Stellung der Seitenkette im Benzolkern und durch eine benachbarte Stellung bedingt wird.

Digitized by Google

Physikalische Section.

Sitzung vom 8. März.

Vorsitzender: Prof. Troschel.

Anwesend: 15 Mitglieder.

Wirkl. Geh.-Rath v. Dechen legte das 3. Heft des 1. Bandes der Abhandlungen zur geologischen Specialkarte von Preussen und den Thüringischen Staaten vor, welches von der geologischen Landesanstalt herausgegeben, so eben erschienen ist. Dasselbe enthält die Geognostische Darstellung des Steinkohlengebirges und Rothliegenden in der Gegend nördlich von Halle a. d. Saale mit einer grossen Karte und 16 Profilen, mit einem Uebersichtsblatte und 16 in den Text eingedruckten Holzschnitten von Dr. H. Laspeyres, Professor der Mineralogie am Polytechnikum in Aachen. Der Verfasser hat sich schon während seiner bergmännischen Lehrzeit 1856 mit dem Steinkohlengebirge von Wettin und Löbejün bekannt gemacht, eine schätzbare Arbeit über die quarzführenden Porphyre in der Umgegend von Halle a. d. Saale in der Zeitschrift d. D. geol. Gesellsch. 1864 veröffentlicht und in den Jahren 1866 bis 1869 die Sectionen Gröbzig, Zörbig und Petersberg im Auftrage der Preuss. geolog. Landesanstalt bearbeitet, worüber in der Sitzung vom 6. Juli v. J. (Sitzungsb. S. 186) Bericht erstattet worden ist. Die Resultate dieser Arbeiten liegen in einer leicht übersichtlichen Form vor, wobei auch auf die historische Entwickelung der Kenntniss des dortigen Steinkohlenlagers unter bereitwilliger Anerkennung der früheren Forscher, wie Werner v. Veltheim, Fr. Hoffmann, C. J. Andrae, Breslau, Wagner, Rücksicht genommen ist. Die Ansichten, zu denen die verwickelten Verhältnisse des dortigen Gebirgsbaues Veranlassung gegeben haben, werden einer umfassenden und gründlichen Kritik unterzogen. Die Karte, im Maassstabe von 1:25000, zeigt die Verhältnisse der hier in Betracht kommenden Formationen, indem das an der Oberfläche vorherrschende Alluvium, Diluvium und Tertiär hinweggedacht ist. Selbst die Formationen vom Zechstein an aufwärts sind nur ganz allgemein angedeutet. Das Uebersichtsblatt im Maasstabe von 1:200000 giebt ein Bild von der grossen Mansfelder Mulde, deren NO.-Rand zwischen Halle und Wettin von der hier zu beschreibenden Gebirgspartie gebildet wird, und welches wesentlich dazu beiträgt, die einleitenden Bemerkungen zu verstehen.

Die Beschreibung beginnt mit dem grosskrystallinischen (Quarz) Porphyr, welcher die Unterlage aller folgenden Bildungen, ihren Kern bildet, auf ihm sind in unmittelbarer Auflagerung alle Sedimente beobachtet worden, aber noch nie die beiden anderen hier

Digitized by Google

auftretenden Eruptivgesteine. Derselbe besteht aus einer wenig dichten bis äusserst fein krystallinischen Grundmasse von Quarz, Orthoklas, Oligoklas und dunklem Glimmer mit grossen Krystallen derselben Mineralien. Wegen einer näheren petrographischen Beschreibung verweist der Verf. auf seine frühere, bereits oben angeführte Arbeit.

Der flötzleere Sandstein geht nur an einer kleinen Stelle bei Gottgau zu Tage aus; an mehreren Stellen bei Wettin und Löbejün findet er sich aber gleich unter der Diluvialbedeckung. Zum bei weitem grössten Theile ist er aber von dem productiven Steinkohlengebirge überlagert. Seine Mächtigkeit ist sehr bedeutend, in einem Bohrloche bei Löbejün ist sie grösser als 280 M., da dasselbe innerhalb dieser Formation verlassen wurde. Dieselbe besteht aus rothem und grauem Sandstein, Sandsteinschiefer, mehr oder weniger sandigem Schieferthon, Gesteinen, wie sie auch in der Steinkohlenformation vorkommen. Die Parallelisirung dieser Formation entbehrt eine sichere Grundlage, indem nur undeutliche Pflanzenspuren darin vorkommen. Dieselbe kann nur als Steinkohlengebirge betrachtet werden, welches aus uns noch unbekannten Gründen flötzleer geblieben und roth geworden ist.

Die obere productive Steinkohlenformation zeigt an den acht verschiedenen Stellen, an denen sie bisher bekannt geworden ist, eine so grosse Uebereinstimmung in der Reihenfolge der Schichten, dass sie nur als ein ausgedehntes Schichtensystem betrachtet werden kann, welches erst später in einzelne Mulden und Sättel gebracht worden ist, die unter sich noch immer in nur bisher nicht gekanntem Zusammenhang stehen oder durch Aufrichtung und Dislocation den früheren räumlichen Zusammenhang verloren haben. Die frühere Anschauung, dass die hiesige Steinkohlenformation sich auf die wenigen isolirten kleinen beckenförmigen Ablagerungen beschränke, welche bisher bekannt geworden sind, ist daher irrig und darf wohl der Hoffnung Raum gegeben werden, dass vielfach und besonders nach der grossen Mansfelder Mulde hin, überall die Steinkohlen in der Tiefe werden gefunden werden, wo jüngere Formationen zu Tage ausgehen und ältere, besonders der grosskrystallinische Porphyr, in der Nähe nicht bekannt sind.

Die einzelnen Schichten sind in übersichtlichem Vergleich der drei Bergbaupunkte: Wettin, Löbejün und Plötz vom hangenden Muschelschiefer an bis zum liegenden Kalkstein unter 21 Nummern sehr genau beschrieben. Die Trennung nach oben und unten ist sehr scharf. Innerhalb des Kohlengebirges treten nur graue bis schwarze Schichten, keine rothen auf und worauf besonderes Gewicht zu legen ist, sie enthalten durchaus kein Material, welches sich aus dem grosskrystallinischen Porphyr ableiten lässt. Die Pflan-

Digitized by Google

zen- und Thierreste sind ebenfalls sehr ausführlich behandelt. Von den ersteren werden 87 bestimmbare Species aufgeführt, wobei zwei wegen zweifelhafter Fundstelle ausgeschlossen sind. Die zahllosen Muscheln *Unio carbonarius* Bronn sind den Paläontologen immer noch zweifelhaft geblieben, wie die verschiedenen Namen *Cardinia*, *Anodonta* und *Anthracosia* zeigen, unter denen sie angeführt werden. Von kleinen Schalenkrebsen hat Geinitz einen aufgefunden, den er für nicht verschieden von *Candona Salteriana* Jones hält und der Verf. einen andern, den er als *Leaia Wettinensis* beschrieben hat. Insekten sind von Germar zuerst 1842 aus der Nähe des zweiten und dritten Flötzes in Wettin unter der Benennung *Blattina* beschrieben worden, es waren die ersten Insekten, welche aus der Steinkohlenformation in Deutschland beschrieben wurden es werden jetzt nicht weniger als 17 Species derselben aufgeführt. In dem pflanzenreichen Mittel des zweiten Flötzes in Löbejün werden sie seit einigen Jahren in zahlloser Menge gefunden. Am wichtigsten sind die Fische und deren Reste. Es steht fest, dass die Genera: *Palaeoniscus*, *Amblypterus*, *Xenacanthus* und *Acanthodes* vertreten sind. Sehr gründlich sind die Ansichten über das geognostiche Niveau dieser Kohlenablagerung auseinandergesetzt. Die ältere Ansicht, welche dieselbe der productiven Steinkohlenformation zurechnet, wird zwar auch jetzt allgemein angenommen, sie ist aber nach den heutigen Ansprüchen an die Wissenschaft eine zu allgemein gehaltene. Nach dem Verf. entspricht sie aus paläontologischen und petrographischen Gründen der obern Gruppe dieser Formation, welche E. Weiss in dem Saarbrückener Kohlengebirge als »Ottweiler Schichten« bestimmt hat, durchaus. Unter derselben wären also möglicher Weise noch zu erwarten die tiefere Ablagerung der »Saarbrückener Schichten« und die noch tiefere, welche an der Ruhr auftritt. Zu demselben Resultate ist Geinitz durch Vergleichung der productiven Steinkohlenformation bei Wettin und Löbejün mit der in Sachsen (Plauensche Grund, Zwickau) gelangt, indem er dieselbe in Parallele mit seiner vierten und fünften Zone der Annularien und Farn stellt.

Das Unterrothliegende, welches die Steinkohlenformation zum grössten Theile bedeckt, besteht aus massigem Quarzsandstein, Sandsteinschiefer und Kieselkonglomerat in seiner unteren Zone, welche noch durch den gänzlichen Mangel an Feldspath und Porphyrgeröllen charakterisirt ist. Darüber folgt als Lager der Orthoklas-Porphyr, welcher früherhin theils Basaltit, Grünstein oder Melaphyr genannt worden ist, besonders wegen der dunkelgrüngrauen bis grünschwarzen Farbe. Die mittlere chemische Zusammensetzung entspricht der des Orthoklas und muss das Gestein daher vorherrschend aus diesem Minerale zusammengesetzt sein. In dem körni-

Digitized by Google

gen Gefüge wird Orthoklas, Oligoklas, Quarz als unwesentlicher, aber nie ganz fehlender Gemengtheil, Glimmer höchst selten, dagegen Hornblende, welche von Einigen für Augit gehalten worden ist, und Magneteisen in sehr kleinen Funken erkannt. Grösstentheils findet sich wie in der Gegend von Löbejün nur ein Lager. Wo mehrere über einander auftreten, gehören die sedimentären Mittel der unteren Zone des Unterrothliegenden an. Daher ist nur das oberste Lager als ein Oberflächenguss zu betrachten, die unteren dagegen für intrusive, mit jenem gleichzeitige Lager.

Darüber beginnt die obere Zone des Unterrothliegenden, welche den Lokalnamen »Thon- und Grandgesteine« führt. Die charakteristischen Gesteine derselben sind Arkosen oder Feldspathsandsteine und Thonsteine, welche viele Abänderungen bilden, die durch Uebergänge verbunden sind. Sie wechseln mit Schieferletten, Sandsteinschiefer und Sandsteinen ab, welche von den entsprechenden Gesteinen des Mittel- und Oberrothliegenden fast gar nicht zu unterscheiden sind. Das Material zu Arkosen und Thonsteinen ist dem Orthoklasporphyr entnommen. Es finden sich auch darin Konglomerate, in denen zahlreiche Geschiebe dieses, aber niemals eines Quarzporphyrs liegen. Der Orthoklas-Porphyr ist daher älter als die obere Zone des Unterrothliegenden und jünger als die untere Zone, auf der er ein Oberflächenerguss gewesen sein muss.

Auf das Unterrothliegende folgt das Mittelrothliegende und da, wo dieses fehlt, der kleinkrystallinische Porphyr. Jenes ist in der Nähe der Steinkohlengruben von Wettin und Löbejün nur unbedeutend entwickelt, und erlangt erst weiter gegen W. nach Mansfeld hin seine volle Entwickelung. Die charakteristischen Gesteine desselben sind: eckigkörniger oder Mühlstein-Sandstein, Kalkstein 3 bis 5mal übereinander wiederholt, Hornquarzkonglomerat, welche durch Schieferletten, Sandsteinschiefer und Sandstein verbunden sind. Ganz besonders wird das Vorkommen dieser Abtheilung in der Gegend von Löbejün hervorgehoben, wo sie bei Schlettau, Gottgau, Kattau bis Wieskau mehrfach anstehen. Sie liegt hier unmittelbar unter dem kleinkrystallinischen Porphyr, ist aber dennoch vielfach verkannt und für die flötzleere liegende Steinkohlenformation zum grossen Nachtheil für die anzustellenden bergmännischen Versuche gehalten worden.

Der kleinkrystallische (Quarz) Porphyr, meist von rother Farbe, besteht aus einer sehr dichten Grundmasse von derselben Zusammensetzung wie der grosskrystallinische Porphyr mit sehr vielen, aber kleinen Ausscheidungen derselben Mineralien. Die Kleinheit dieser letzteren unterscheidet ihn von dem grosskrystallinischen Porphyr und der Reichthum an Quarz von dem Orthoklas-Porphyr.

Das Oberrothliegende unterscheidet sich durch seine Auf-

Digitized by Google

lagerung auf dem kleinkrystallinischen Porphyr, wo dieser vorhanden, und durch sein Bildungsmaterial, welches sowohl diesem, als dem grosskrystallinischen Porphyr entnommen ist. Diese Abtheilung wird durch Porphyrkonglomerate charakterisirt, welche mit Sandsteinen, Sandsteinschiefer und Schieferletten abwechseln. Die Porphyrkonglomerate sind theils hauptsächlich allein aus dem grosskörnigen Porphyr oder allein aus dem kleinkörnigen, theils aus beiden gemeinschaftlich entstanden. Endlich sind auch solche vorhanden, deren Porphyrmaterial bei der oberflächlichen Betrachtung keinem derselben anzugehören scheint. Der Verf. weist überzeugend nach, dass diese Ansicht bei gründlicher Prüfung sich nicht bewährt, und dass auch diese Porphyrkonglomerate aus der Zerstörung des kleinkrystallinischen Porphyrs hervorgegangen sind.

Die Streitfrage: ob das Weissliegende als die oberste Schale des Oberrothliegenden oder als eine kalkige grandige Konglomeratbildung der Zechsteinformation angehörig zu betrachten sei, welche bereits früher zwischen dem Verf. und dem Professor E. Weiss verhandelt worden ist, scheint dadurch ihre Lösung gefunden zu haben, dass beide Ansichten richtig sind, nur nicht für dieselbe Gegend und dass die Wettiner Verhältnisse nicht mit dem am Südrande des Harzes (Sangerhausen) stattfindenden identificirt werden dürfen.

Die Concordanz der Lagerung vom flötzleeren Sandstein bis zum Oberrothliegenden wird im Allgemeinen nachgewiesen und die hie und da stattfindenden Ausnahmen werden als lokale Verhältnisse durch die Nähe der Porphyr-Eruptionen, durch zwischenzeitliche Erosionen, durch Verwerfungen, Ueberschiebungen und Bergstürze erklärt. Die Concordanz der Formationen setzt sich in dem Gebiete zwischen dem nordöstlichen Harzrande und Magdeburg weiter fort bis zur oberen (Senon) Kreide. Erst die oligocänen Schichten bilden eine mehr oder weniger horizontale Decke über den Sätteln und Mulden der älteren Sedimente. Hieraus folgt, dass die Aufrichtung, Hebung und Dislocation der letzteren nicht durch die eruptiven Porphyre, sondern erst lange nach deren Erscheinen durch abyssodynamische Vorgänge veranlasst worden ist. Der grosskrystallinische Porphyr ist gleichzeitig mit dem kleinkrystallinischen zwischen der Bildung des Mittel- und des Oberrothliegenden als intrusiver stockförmiger Lagergang im Rothliegenden und in der Steinkohlenformation hervorgetreten.

Die Darstellung der speciellen Lagerungsverhältnisse an den durch Bergbau näher bekannten Punkten enthält eine Menge scharfsinniger, durch die genaueste Kenntniss unterstützter Bemerkungen, die aber der Natur der Sache nach in ein Detail eingehen, welches hier nicht weiter verfolgt werden kann.

Der Verf. hat ausser dem ungewöhnlichen Fleiss, welcher

Digitized by Google

überall aus der Arbeit selbst hervorleuchtet, gezeigt, in welchem Maasse er den Gegenstand beherrscht und die verwickelten Verhältnisse mit völliger Klarheit und Uebersichtlichkeit darzustellen befähigt ist. Ebenso sehr ihm diese Arbeit zur Ehre gereicht, gebührt der geologischen Landesanstalt die dankbarste Anerkennung für deren Herausgabe und vortreffliche Austattung.

Prof. vom Rath hielt folgenden Vortrag über den Monzoni im südöstlichen Tyrol.

Wenige Berge der Erde nehmen in gleichem Maasse das Interesse des Geologen in Anspruch, wie der Monzoni im südöstlichen Tyrol. Der Berg ist trotz seiner Höhe von 8573 F. (2786 M.) etwas versteckt, indem höhere Gebirge, namentlich Dolomitgipfel mit ihren charakteristischen kühnen Felsformen, ihn umringen, so dass man von keiner Stelle der Thalsohle des Avisio den berühmten Berg erblickt. Um des Monzoni ansichtig zu werden, muss man das Hauptthal von Fassa verlassen und in die östlichen Seitenthäler, in die Val S. Pellegrino oder in Val dei Monzoni eindringen. Wählen wir dies letztere, welches etwas oberhalb des Fleckens Vigo, bei Pozza, einmündet. Zunächst erblicken wir über den südlichen Thalgehängen ungeheure Dolomitgipfel emporragen, unter denen durch ausserordentliche Gestaltung der Sasso di Mezzogiorno, ca. 1000 M. jäh emporsteigend, sich auszeichnet. Es ist dieselbe flammenförmige Felsbildung, welche wir, gegen Nord-West zurückgewendet, am Rosengarten erblicken, einem Dolomitkoloss, welcher sich in einen gewaltigen Büschel von röthlichen Felsenspitzen und Felsflammen auflöst. Das nördliche Thalgehänge zeigt in der Tiefe (wie auch das südliche) geschichteten Kalkstein (Buchensteiner Schichten, Trias); darüber eine mächtige Bildung von Augitporphyrtuff. Es ist der hohe südliche Rand des plateauähnlichen Gebirgsstocks, welcher den eigenthümlichen halbkreisförmigen Lauf des oberen Avisio bedingt und welcher mehrere allbekannte Mineralfundstätten umschliesst: rothen Stilbit und Analcim bei Drio le Palle, schwarzen Augit am Bufaure etc. Wie man beim weiteren Anstieg bemerkt, ist die Auflagerungsfläche des Tuffs über dem Kalkstein nicht eben, vielmehr ragt letzterer kuppenförmig in den dunklen Tuff hinein. Während der Kalkstein schroffe nackte Abstürze zeigt, tragen die runden Höhen des Tuffplateaus eine schöne Rasendecke. Bald, $^3/_4$ M. oberhalb Pozza, gabelt sich das Thal, gegen Ost zieht die Val di Dam (Adamo), während das Monzonithal plötzlich um etwa 100 M. ansteigend sich gegen Südost und Süd wendet. Hier, bei der Thalwendung betritt der Pfad zuerst anstehendes Gestein; es sind senkrechte Kalksteinschichten. Indem die Felsen des Rosengartens verschwinden, öffnet sich die Aussicht auf die dunkle Felsenmauer des Monzoni. Das enge Thal erscheint zu einem hohen Felscirkus erweitert, von wel-

Digitized by Google

chem gegen Ost und West, schnell über die Baumvegetation sich erhebende, Felsentobel emporziehen. Der Anblick des Monzoni von dieser Thalweitung (dem Piano dei Monzoni) aus ist, trotz der vergleichsweise nicht allzu bedeutenden Höhe, einer der erstaunlichsten in der ganzen Alpenkette. Eine scheinbar durchaus unersteigliche über 1000 M. hohe dunkle Felsenmauer sperrt den steilen Thalhintergrund ab. Die Mauer ist theils sägeförmig gezackt, theils zu Kuppeln gewölbt; eine solche ist der höchste Gipfel sowie der Riccobettaberg der Generalstabskarte. Von dieser Mauer springen gleich riesigen Strebepfeilern kurze Felsgräthe vor; sie sind umgeben von wildem Steingeröll und Felsmeeren, welche von tiefen Rinnsalen der Regenbäche zerschnitten, steil gegen die Bergmauer emporziehen. Trotz aller Verschiedenheit erinnert dieser nördliche Absturz des Monzoni mit coulissenartig vorspringenden Felsen an gewisse Theile der oberen Val Bove am Aetna. Die Ansicht Taf. I Fig. 1 stellt einen Theil des von Ost nach West streichenden Monzonikammes, von Nord gesehen, dar. Man bemerkt mehrere vorspringende Felsmauern. In Fig. 2 ist ein solcher Felsgrath dargestellt, von West gesehen. Zwischen den einzelnen Felsvorsprüngen dehnt sich wildes, steil geneigtes Felsgerölle aus. Die etwa 50 M. hohe ausgezackte und zerbrochene Felswand wird von Gängen durchsetzt. Man bemerkt verticale Gänge, welche nach der Zerstörung des Nebengesteins frei emporragen; an einer Stelle laufen von einem verticalen Gange horizontale Aeste aus, welche durch Verwerfungen vielfach gegen einander verschoben sind. Am linken Abbruche des Profils erscheinen zwei horizontale Gangtheile, welche vielleicht ehemals mit demselben verticalen Gange in Verbindung waren und nur in Folge der Verwitterung isolirt wurden. Ausser den in der Fig. 2 gezeichneten Gängen zeigt die Felswand noch viele andere kleinere Gangverzweigungen, deren Verlauf indess, da sie sich nur wenig vom durchsetzten Fels abheben, schwierig zu verfolgen ist. Eine genaue und anhaltende Betrachtung lehrt, dass unregelmässige Gänge und Adern in grösster Zahl die Felsen des Monzoni durchsetzen. Doch konnte ich die Ueberzeugung nicht gewinnen, dass jene gewaltigen Felsvorsprünge selbst — gleich den Lavamauern der Val Bove am Aetna — Gänge sind; denn ihr Gestein ist wesentlich dasselbe wie dasjenige der angrenzenden Gebirgstheile.

Die Südseite des Monzoni, welche gegen Val S. Pellegrino hinabsinkt, ist zwar auch steilgeneigt, doch nicht in gleicher Weise felsig wie die Nordseite, sondern meist rasenbedeckt bis zum Kamme hinauf. Mehrere Thalschluchten, welche in weiten Kesseln ihren Ursprung nehmen und gegen das Pellegrino-Thal hin in halbtrichterförmigen Tobeln (Toal) münden, gliedern das südliche Gehänge. Von West nach Ost sind es die Thäler Pesmeda, della Foglia mit Damasson, dei Rizzoni und Allochet. — Während gegen Nord- und

Digitized by Google

Süd das Monzoni-Massiv in tiefe Thäler abstürzt, wird es gegen West und Ost nicht gleich deutlich durch eine orographische Grenze geschieden von den Dolomitmassen des Sasso di Loch im Westen und jenem hohen schmalen Gebirgskamm im Osten, welcher, vorzugsweise aus veränderten Sedimentärschichten bestehend, gegen den Sasso di Val fredda und die venezianische Grenze zieht.

Kehren wir wieder auf die nördliche Seite des Gebirgs zum Piano dei Monzoni zurück, von welchem sich gegen West und Ost Thaläste emporziehen. Die westliche Schlucht hebt sich mit breiter felsiger Fläche schnell zu den Dolomithöhen empor, während der östliche Thalast eine Reihe merkwürdiger Stufen bildet, deren kesselförmige Vertiefungen mit kleinen Seen erfüllt sind. An diesen vorbei steigt man zu dem hohen Passe le Selle (etwa 2600 M.) empor, über welchen man nach Campagnazzo und S. Pellegrino gelangen kann. Auf dieser Höhe, welche wohl 1000 M. über dem Piano dei Monzoni, gegen Nordost vom Hauptgipfel, liegt, erkennt man deutlich, dass der Monzonberg einen kolossalen von West nach Ost sich verschmälernden Gang darstellt, und dass die gegen Nord gewandten Steilwände dieser Masse die ursprünglichen Grenzflächen gegen die durchbrochenen Sedimentgebirge — Kalkstein und Dolomit — sind. Von jenem erhabenen Standpunkte aus ist es nicht schwer, die durch die Thalbildung zerstörten und fortgeführten Gebirgstheile im Geiste wieder herzustellen. Die beiden im Piano sich vereinigenden Thäler entblössen auf eine Strecke von etwa 4 Kilom. die Grenze zwischen dem Eruptiv-Gestein des Monzoni und den vorgelagerten Kalk- und Dolomitmassen. Von Stufe zu Stufe sinkt sie, deutlich erkennbar, wird im Piano durch ungeheures Geröll überlagert, erscheint dann wieder, durch verschiedenartige Gesteinsfärbung bezeichnet, gegen die Punta di Pallazzia hin. Vielleicht war es von le Selle aus, wo von Buch jene treffliche Anschauung über den Bau unseres Gebirges gewann, welche er in einem Briefe an v. Leonhard (1824) aussprach: »Sie können sich die wunderbare Lagerung dieser Monzonmasse nicht deutlicher, vielleicht auch nicht richtiger denken, als wenn Sie sich einen Kegel vorstellen von der Höhe, Schroffheit und Steilheit des Langkofels, der nicht wie dieser frei in der Luft sondern rings umher in Dolomit eingesenkt steht« (Mineralog. Taschenbuch v. Leonhard, 1824 S. 360). — Richtiger noch wird unsere Vorstellung, wenn wir statt des Kegels eine etwa 5 Kilom. lange, $1^1/_2$ Kilom. (nach Dr. Dölter) breite Gangmasse uns vorstellen. Auch wird nur in der nördlichen Hälfte das Monzongestein durch Kalk und Dolomit begrenzt, während in der südlichen Hälfte Augitporphyr und Quarzporphyr angelagert sind und der Kalkstein nur untergeordnete Massen bildet.

Die Gesteine des Monzoni haben schon vielfach das Interesse der Mineralogen auf sich gezogen. Vortrefflich schildert v. Buch

Digitized by Google

sein »gerechtes Erstaunen« als er in der Enge von Pozza jene »unglaubliche Menge von Syenitblöcken« sah. Nichts habe bisher im Fassathale auf die Vermuthung solcher Gesteine geführt. Der grosse Geologe wird beim Anblick der Monzongesteine an den norwegischen Syenit erinnert. Als wesentliche Gemengtheile glaubt v. Buch Feldspath und Hornblende zu erkennen, ausserdem führt er Eisenkies und Turmalin an. — Die Felsblöcke in der Thalmündung von Pozza, in denen v. Buch Syenit zu erkennen glaubte, enthalten indess nur in geringer Menge Orthoklas, wesentlich Plagioklas. Zur Zeit, als v. Buch den Monzoni besuchte, kannte man noch nicht die Unterscheidung des Orthoklas von den triklinen Feldspathen, welche wir G. Rose verdanken. Dieser Forscher besuchte am 31. Aug. 1832 das Monzonithal und gewann die Ueberzeugung, dass ein Theil der Monzonigesteine dem Hypersthenite angehören. Es geschah diese Bestimmung zu einer Zeit, als man noch kein Mittel besass, den Diallag resp. Augit vom Hypersthen zu scheiden und die schwarzen Varietäten des ersteren Minerals als Hypersthen bezeichnete. — Von Richthofen widmete in seinem berühmten Werke (Geognost. Beschreibung von Predazzo, St. Cassian und der Seisser Alpe, 1860) den Gesteinen des Monzoni eine eingehende Darlegung. Er unterscheidet Monzon-Syenit und Monzon-Hypersthenit, in Bezug auf das letztere Gestein sich auf G. Rose's Bestimmung beziehend. Nach v. Richthofen besteht der ganze Gebirgsstock des Monzoni aus einem Syenitgestein, welches von Hypersthenit in mächtigen Gängen durchsetzt wird. Die Gänge hat v. Richthofen auch in seine Karte eingetragen; es sind jene kolossalen vorspringenden Pfeiler, deren bereits oben Erwähnung geschah. Beide Gesteine sollen zwar in inniger Wechselbeziehung zu einander stehen, so dass der Hypersthenit in seinem Vorkommen durchaus an Syenit gebunden, dennoch aber scharf und bestimmt geschieden sei. Zu einem wesentlich verschiedenen Resultate gelangt de Lapparent in seinem werthvollen Mémoire, Constitution géologique du Tyrol méridional, Ann. d. mines, 6. Série T. VI, 258. Ihm zufolge sollen beide Gesteine auf das Innigste mit einander verbunden sein und in einander übergehen. Der französische Forscher leugnet die Gegenwart des Hypersthens oder überhaupt eines augitischen Minerals als Gemengtheil der in Rede stehenden Gesteine und glaubte statt desselben nur Hornblende zu erkennen, für welche Annahme er auch das Zeugniss Des Cloizeaux's und Friedel's anführt, welches sich freilich nur auf die von de Lapparent mitgebrachten Gesteine beziehen konnte. Die beiden von v. Richthofen unterschiedenen Gesteine vereinigt de Lapparent unter der vorläufigen Bezeichnung Monzonit. — Aus einem Vergleiche der Ansichten beider genannten Forscher geht wohl am besten die Schwierigkeit hervor, welche sich der sicheren Bestimmung der fraglichen Gesteine entgegenstellt. Prof.

Digitized by Google

Scheerer verdanken wir geologische Beobachtungen und Analysen von Gesteinen des Fassathals und Predazzo's. (N. Jahrb. 1864.)

Einen werthvollen Beitrag zur Kenntniss der Monzoni-Gesteine gibt Tschermak in seinem Werke »die Porphyrgesteine Oesterreich's aus der mittleren geologischen Epoche« (1869) S. 110—121. Tschermak behält die Bezeichnung Monzonit als zweckmässig bei. Nach ihm besitzt der Monzonit eine wechselnde Zusammensetzung, wenngleich er in seinem Auftreten als eine einzige Masse erscheint. Das eine Endglied in der Reihe der Abänderungen ist ein eigentlicher Syenit und besteht aus Orthoklas, Hornblende und Biotit, das zweite Endglied enthält die Gemengtheile des Diorits: Plagioklas, Hornblende und Biotit. Während aber de Lapparent die beiden von v. Richthofen als Syenit und Hypersthenit getrennten Gesteine vereinigt hatte, scheidet Tschermak den Hypersthenit aus dem Monzonit aus und bezeichnet denselben als Diabas, indem als Gemengtheile des Gesteins erkannt werden: Plagioklas, Augit, Biotit, Magneteisen, ein chloritähnliches Mineral und Spinell. Tschermak schliesst sich in Bezug auf das geologische Verhalten des Syenits und des Diabas wesentlich an v. Richthofen an und widerspricht der Ansicht de Lapparent's, dass jene beiden Gesteine durch allmälige Uebergänge verbunden seien. Nur bestreitet Tschermak die Ansicht v. Richthofen's, dass eine enge Beziehung zwischen dem Hypersthenit und dem Augitporphyr stattfinde. — Diese abweichenden Ansichten beweisen wohl zur Genüge, dass hier ganz besondere geologische und petrographische Schwierigkeiten vorliegen. Zu denjenigen, welche in der Sache selbst liegen, treten auch örtliche Erschwerungen der Beobachtung. Vom nächstliegenden Orte in Fassa wandert man zwei Stunden bis zum Piano, dem Beginne der wilden Felsenmeere, welche sich mit zunehmender Neigung gegen die prallen, dunklen Monzoni-Wände emporheben. Nicht alle Theile derselben entsenden in gleicher Weise ihre Trümmer zu den grossen Geröllmassen. Ein einzelner leichter verwitternder Felskopf bildet einen weit sich ausdehnenden Schuttkegel, während andere Theile der zerrissenen dunklen Wand wenige oder keine Trümmer ausstreuen. Um sichere Beobachtungen zu machen, muss man durchaus empor bis zum anstehenden Fels. Immer grösser, scharfkantiger, beweglicher werden die Blöcke in dem Maasse als man sich den Felsen nähert. Hat man endlich an einem einzelnen Punkte die hohe Wand oder einen jener mauerartigen Felsvorsprünge erreicht, so starrt dem auf schwankenden Blöcken emporsteigenden Wanderer nur zu oft eine mit chloritischer oder serpentinähnlicher Substanz überzogene Ablösungsfläche entgegen, welche eine unmittelbare und leichte Beobachtung des Gesteins erschwert und verhindert. Zudem sind die einzelnen Theile der Monzoniwände durch tief eingerissene, oft kaum übersteigbare Schluchten und Rinnsale getrennt. So die Nordseite,

Digitized by Google

während auf der Südseite eine Pflanzendecke die anstehenden Gesteine zum grössten Theile verhüllt. Völlig unausführbar erwies sich das Unternehmen, dem hohen Kamme des Monzoni zu folgen.

Noch ist einer jüngsten vorläufigen Mittheilung des Hrn. Dr. Corn. Dölter über die Monzonigesteine Erwähnung zu thun (N. Jahrb. f. Min. 1875. S. 48). Dölter's Ansicht hält in gewissem Sinne die Mitte zwischen den Angaben v. Richthofen's und de Lapparent's. Dölter, welcher es sich zur besonderen Aufgabe machte, das »Verhältniss des Monzon-Syenit's zum sogen. Hypersthenit zu ergründen», drückt in folgenden Worten das vorläufige Ergebniss seiner Forschungen aus: »Obgleich die Unterscheidung beider Gesteine nicht immer leicht ist, so glaube ich doch jetzt schon annehmen zu können, dass der Hypersthenit in getrennten Massen im Syenit vorkommt, wenngleich das Alter beider Gesteine dasselbe sein muss, da sowohl der Syenit in den Hypersthenit eindringt, als auch das umgekehrte Verhältniss stattfindet. Dass Hypersthenit und Syenit überall zusammen vorkommen, ist nicht richtig, denn ersteres Gestein ist in seiner Verbreitung auf den Ricoletta-Berg beschränkt.«

Nachdem ich den Monzonikamm an drei verschiedenen Stellen überschritten, (bei der Palla verde nahe der westlichen Begrenzung der Eruptivmasse; durch die Scharte (Buco del Monzoni) unmittelbar westlich vom domförmigen Riccobetta-Gipfel; über le Selle und dem Kamme folgend, nach Allochet) und die meisten Mineralfundstätten, zum Theil wiederholt, besucht habe, bin ich bei der Schwierigkeit des Gegenstandes doch weit entfernt, den folgenden Bemerkungen eine irgendwie abschliessende Bedeutung beizulegen; dieselben sollen vielmehr nur Beiträge zu einer späteren Lösung eines der interessantesten und schwierigsten petrographischen Probleme darbieten.

Das Massiv des Monzoni besteht aus mehreren durch allmälige Uebergänge innig verbundenen Gesteinen, deren beide Typen oder Grenzglieder Augit-Syenit und Diabas zu bezeichnen sind. Das Studium des Monzoni lehrt uns eine neue Varietät des Syenits kennen, in welcher zum Orthoklas als wesentlicher Gemengtheil Augit hinzutritt; auch das Labrador-Augit-Gestein, der Diabas, des Monzoni ist ein eigenthümliches Gestein, welches durch mehrere Merkmale sich sehr unterscheidet von den typischen Diabasen, wie sie im Harze und in Nassau als Lagergänge in den devonischen Schiefern auftreten. Die Eigenthümlichkeiten beider genannten Gesteine, sowie ihre durch zahlreiche Zwischenglieder bedingten Uebergänge, würden es vielleicht rechtfertigen, dieselben nicht zu jenen altbewährten Felsarten zu stellen, sondern etwa den Namen Monzonit für die in Rede stehenden Gesteine zu gebrauchen. Indessen widerspricht es den bisher geltenden Principien der Petrographie allzusehr, unter einen Begriff Gesteine zu vereinigen, von denen das eine wesentlich

Digitized by Google

aus Orthoklas, das andere wesentlich aus Labrador besteht. So erscheint es für jetzt das Beste, die Monzoni-Gesteine als Syenit und Diabas aufzuführen, bis spätere Untersuchungen dieselben Felsarten auch an anderen Orten nachweisen, und ein grösseres Einverständniss in Hinsicht der petrographischen Nomenklatur erzielt ist als bisher.

Ein grosser Theil des Monzoni, und zwar vorzugsweise das südliche Gehänge, doch auch die westlichen und östlichen Partien der Gebirgsmasse bestehen aus

Augit-Syenit, einem krystallinisch körnigen Gemenge von Orthoklas, Plagioklas, Augit; mehr accessorische Gemengtheile sind Titanit, Hornblende, Eisenkies, Magneteisen, Apatit. Der Orthoklas ist von graulichweisser oder lichtröthlichweisser Farbe, in mehrere Decim. grossen Krystallkörnern, von eigenthümlicher, dem Feldspath aus dem Syenit von Laurvig ähnlicher chemischer Zusammensetzung; stets vorherrschend. Der Plagioklas ist zuweilen mit der Lupe nicht zu entdecken, wohl aber mittelst des polarisirenden Mikroskop's als feinste Einmengungen des Feldspaths; durch solche innige Verwachsungen und Einschlüsse von Plagioklas ist auch der ansehnliche Natron- sowie der Kalkgehalt zu erklären, welchen die Analysen des Feldspaths aus dem Augit-Syenit ergeben. Augit von schwarzer oder schwärzlichgrüner Farbe, bald reichlich, bald mehr untergeordnet. Der Titanit von brauner oder bräunlichgelber Farbe, oft sehr reichlich, wohl nie ganz fehlend. Die Hornblende erscheint — wo sie auftritt — gewöhnlich mit dem Ansehen des Uralits, d. h. aus feinsten parallelen Fasern zusammengesetzt, seidenglänzend.

Die schönste Varietät dieses Gesteins traf ich im obern Theil des Toal dei Rizzoni: ein grobkörniges Gemenge von vorherrschendem lichtgrauem Feldspath in $^1/_2$ bis 2 Ctm. grossen Körnern, wenig schwarzem Augit, wenig Titanit. Auch Plagioklas ist vorhanden, wenngleich in geringer Menge; unter dem polarisirenden M. deutlich durch seine Streifung erkennbar. Nicht selten ist der Plagioklas in kleinen Körnern dem Feldspath parallel eingewachsen. Sorgsam mittelst der Lupe ausgesuchte Orthoklaskörner, an denen keine gestreifte Partien oder Einmengungen von Plagioklos zu erkennen waren, ergaben:

Feldspath aus dem Augit-Syenit vom Toal dei Rizzoni.

Specif. Gew. 2,565. Glühverlust 0,89.

		Ox.
Kieselsäure	63,36	33,74
Thonerde	21,18	9,89
Kalk	1,66	0,47
Kali	8,89	1,51
Natron	4,91	1,27
	100,00 [1]	

Sauerstoffproportion 0,986:3:10,251.

1) Diese Analyse wurde bereits in Poggendorff's Annalen Bd. 144 S. 368 veröffentlicht.

Digitized by Google

Wir können die gefundene Zusammensetzung darstellen durch eine Verbindung von 5 Mol. Orthoklas, 4 Mol. Albit, 2 Mol. Anorthit, deren procentische Zusammensetzung die folgende sein würde: Kieselsäure 63,96. Thonerde 20,78. Kalk 2,06. Kali 8,65. Natron 4,55.

Dieser Feldspath stellt sich demnach dar als eine Mischung von nahe gleichen Theilen Orthoklas und Oligoklas; von denen der letztere aus 2 Mol. Albit und 1 Mol. Anorthit bestehen würde. Durch rein mineralogische Wahrnehmung, ohne Zuhülfenahme der chem. Analyse, würde sich uns eine so hohe Beimischung von Plagioklas nicht verrathen haben. Der Syenit aus dem Rizzoni-Tobel ist kaum zu unterscheiden von einem Syenit, welchen ich auf Arröen unfern Langesund in Norwegen schlug. Ein diesem ganz ähnliches Gestein von Laurvig (s. Poggendorff's Ann. Bd. 144, S. 379) enthält neben vorherrschendem perlgrauem Feldspath (zuweilen mit einem lichtbläulichen Farbenschein) und Biotit, auch — zufolge der Untersuchungen des Prof. Rosenbusch (briefliche Mittheilung) — ein augitisches Mineral und zwar »ganz typischen Diallag, wie die Gabbro's von Volpersdorf, absolut nicht von diesen zu unterscheiden, optisch ausserordentlich gut charakterisirt.« Schon früher wies ich darauf hin, dass der Feldspath des Gesteins von Laurvig sehr ähnlich zusammengesetzt ist wie derjenige des Monzon-Syenit's. "Gewisse Varietäten des berühmten Gesteins der norwegischen Südküste und namentlich das Vorkommen von Laurvig gehört demnach dem Augit-Syenit an.

Noch einen zweiten Orthoklas aus Augit-Syenit des Monzoni unterwarf ich der chemischen Analyse. Das Gestein, von einem grossen Blocke im Piano dei Monzoni geschlagen, wahrscheinlich vom hohen westlichen Gipfel herabgestürzt, besteht vorherrschend aus graulichweissem Orthoklas, grünlichschwarzem Augit in 1 bis 2 Mm. grossen, deutlich in ihrer Form erkennbaren Krystallen, aus sehr viel braunem Titanit, 1 bis 2 Mm. gross. Eisenkies, Magneteisen, Apatit. Letzteres Mineral in haarfeinen kleinen Prismen vorzugsweise den Feldspath durchsetzend. Dies Gestein gewinnt ein ganz eigenthümliches Ansehen dadurch, dass der Feldspath zuweilen in sehr grossen Krystallen, 4 bis 5 Ctm., ganz erfüllt von Augit und Titanit in dem scheinbar kleinkörnigen Gestein weit fortsetzende glänzende Spaltungsflächen bildet. Dieser seltsame Gegensatz des kleinkörnigen Gemenges und der durch dies Aggregat aufleuchtenden Spaltungsflächen verleihen dem Gestein eine besondere Schönheit. Plagioklas ist mittelst der Lupe in diesem Syenite gar nicht, durch das Mikroskop nur in äusserst geringer Menge, zu erkennen.

Feldspath aus Augit-Syenit des Piano dei Monzoni.

Spec. Gew. 2,536. Glühverlust 0,57.

	I	II	Mittel	
Kieselsäure	63,45	—	63,45	Ox. = 33,84
Thonerde	19,65	19,97	19,81	9,25

Digitized by Google

Kalk	1,62	1,41	1,51	0,43
Kali	—	12,34	12,34	2,09
Natron	—	2,47	2,47	0,64

Sauerstoffproportion 1,025:3:10,975.

Eine diesem Feldspathe vergleichbare Mischung erhalten wir durch eine Verbindung von 4 M. Orthoklas, 1 M. Albit, 1 M. Anorthit: Kieselsäure 63.33. Thonerde 20,34. Kalk 1,85. Kali 12,43. Natron 2,05. Diese Verbindung enthält 73,5% Orthoklas neben 26,5% eines Andesin-ähnlichen Plagioklas.

Während die beiden Syenit-Varietäten, deren Orthoklase oben Gegenstand der Analysen waren, der mineralogischen Beobachtung nur wenig Plagioklas darbieten, sind andere Varietäten viel reicher an Plagioklas — in dem Maasse, dass der Feldspath beinahe zurückzutreten scheint. Von dieser Art ist der graue Syenit, welchen man im S. Pellegrin-Thal, nahe der Einmündung der Val Pesmeda antrifft. Es überwiegt im Gemenge der Plagioklas, dessen wunderschöne Streifung das polarisirende Mikroskop offenbart. Orthoklas ist nur in geringerer Menge vorhanden, durch die fehlende Streifung, sowie eine eigenthümlich rissige Beschaffenheit u. d. M. leicht vom Plagioklas zu unterscheiden. Der Orthoklas erscheint weniger deutlich umgrenzt, zuweilen eine Art von Grundmasse bildend, in welcher die Plagioklase sich scharf abheben. Beide sind meist trübe, mit Flecken und Wolken von feinsten Mikrolithen erfüllt. Das Vorhandensein des Augits im Gestein von S. Pellegrino wurde sowohl makroskopisch durch die äussere Form, als auch u. d. M. durch sehr deutliche achtseitige Durchschnitte, wie sie für den Augit so charakteristisch sind, erkannt. Die 1 bis 2 Mm. grossen, grünlichschwarzen Augitkörner besitzen vier Spaltungsrichtungen, von denen zwei den Prismenflächen parallel gehen, die beiden andern den Abstumpfungen der stumpfen und der scharfen Kante des Augitprismas entsprechen. Neben dem grünlichschwarzen Augit ist auch, in geringerer Menge, dunkelgrüne Hornblende vorhanden, von Uralitähnlichem Ansehen, Magneteisen fehlt nicht. — Prof. Rosenbusch, welcher die Güte hatte, dies Gestein aus Val S. Pellegrin gleichfalls u. d. M. zu untersuchen, bestätigte die reichliche Menge von Plagioklas und das Vorhandensein von Augit neben Hornblende.

Aehnliche Abänderungen wie die eben geschilderte bilden den westlichen Theil des Monzonikammes, namentlich die Palla verde, eine schwache Einsenkung zur Rechten des westlichen Gipfels und setzen die grossen Geröllmassen zusammen, welche vom Piano gegen Westen emporziehen. Auch im oberen Pesmeda-Thal, sowie im oberen Damasson und Rizzoni herrscht dasselbe Gestein. Plagioklas-reiche Augit-Syenite bilden ferner die östliche Hälfte des Gebirges, im Hochthale von le Selle, sowie in der obersten Thalmulde von Allochet, an welchen beiden Orten die Grenze von Kalk und Eruptivgestein

Digitized by Google

durch merkwürdige, später zu schildernde Contaktgebilde bezeichnet ist. An manchen Orten, z. B. auf dem Joche der Palla verde ist der Syenit in verticale Tafeln abgesondert. An letztgenanntem Orte laufen die Tafeln parallel dem von Ost nach West streichenden Gebirgskamme. Ueber die Passsenkung streicht ein etwa 0,3 M. breiter Gang von serpentinähnlichem Gestein.

Der Augit-Syenit des Monzoni ist wesentlich dasselbe Gestein, wie dasjenige, welches in verschiedenen Varietäten die Berge von Predazzo zusammensetzt, und zwar einen Theil der Sforcella, sowie Theile des Mulatto und die Hauptmasse der Margola (oder Malgola)[1]). Ueber diese Gesteine und namentlich ihre Contactbildungen besitzen wir eine vortreffliche Arbeit von J. Lemberg in Dorpat (Ueber die Contactbildungen bei Predazzo; Ztschr. d. d. geolog. Ges. 1872 S. 187—264). Obgleich eine systematische Classification des »Monzonits«, (Augit-Syenits) nicht im Plane seiner Arbeit lag, so theilt Lemberg doch wichtige Thatsachen in Betreff dieses Gesteins mit, namentlich in Bezug auf die chemische Zusammensetzung desselben sowie die Veränderung seiner Zusammensetzung in der Nähe der Kalkgrenze. Lemberg erkannte schon den Augit neben Hornblende und Glimmer. Ausser Orthoklas wies er durch die Analyse in dem normal zusammengesetzten Gesteine vom Südabhange des Monte Mulatto (Kieselsäure 57,66%) Oligoklas nach; während statt desselben nahe der Kalkgrenze Labrador vorhanden ist und, dem entsprechend der Kieselsäuregehalt des Gesteins fast um 10% herabsinkt, bei steigender Menge des Kalks. Auch Anorthit wurde im Monzonit theils in grosskrystallinischen, mattweissen Körnern am Fusse der Margola nachgewiesen, theils auf sein Vorhandensein im feinkörnigen Gestein vom Fusse des Canzacoli, nahe der Kalkgrenze, aus dem geringen Kieselsäure- (48,15), dem hohen Kalkgehalte (11,44%) geschlossen.

Wenden wir uns nun zu denjenigen Gesteinen des Monzoni-Massiv's, welche G. Rose, und ihm folgend, v. Richthofen als Hypersthenit bezeichneten, und für welche wir den von Tschermak (Porphyrgesteine Oesterreichs S. 113) gewählten Namen

Diabas beibehalten. Die Diabase des Monzoni bestehen aus Labrador, Orthoklas, Augit, Magnesiaglimmer, Hornblende, Titanit, Magneteisen, Eisenkies, Apatit (nach Tschermak und Lemberg

---

1) Eine Analyse des Augit-Syenits der Margola verdanken wir Prof. Kjerulf; derselbe fand folgende Mischung:

Kieselsäure	58,05	Magnesia	2,07
Thonerde	17,71	Kali	3,24
Eisenoxydul	8,29	Natron	2,98
Kalkerde	5,81	Wasser	1,34
			99,49

Digitized by Google

auch Spinell [1]). Nicht nur durch seine mineralogische Constitution, sondern in gleicher Weise durch seine Lagerungsform und den Uebergang in ein Orthoklasgestein unterscheidet sich der Diabas des Monzoni von den typischen Gesteinen dieses Namens, welche, niemals ein so gross- und deutlich körniges Gemenge darstellend, Lagergänge im Devon des rheinischen Gebirges und des Harzes bilden.

Aus Monzoni-Diabas besteht namentlich der mittlere Theil des nördlichen Berggehänges, der Riccobetta-Gipfel, sowie die ungeheuren Trümmerzüge, welche von dieser ragenden Höhe, sowie von der Monzonscharte (Buco) in den Piano hinabgeführt werden und welche bis hinab nach Pera in Fassa in Bezug auf Zahl der Blöcke vor denen des Augit-Syenits sehr überwiegen. Durch dies Vorherrschen der Diabasblöcke in der Val Monzoni erklärt es sich, dass manche Besucher, welche durch dies Thal wandernd nur bis zum Piano oder an den Fuss des Riccobetta gelangten, die Ansicht gewannen, dass das ganze Monzongebirge aus augitischen Grünsteinen bestehe. — Das in dem angedeuteten Gebiete unter den losen Blöcken herrschende bald porphyrartige bald körnige Gestein lässt auf den ersten Blick zwei Bestandtheile erkennen: weissen Plagioklas und ein dunkelgrünes bis schwärzliches Mineral, dessen Bestimmung, ob Augit, ob Hornblende? in der That nicht ganz leicht ist. Man erblickt vielfach die Hornblende-Spaltbarkeit, aber dieselbe ist fasrig, unterbrochen, seidenglänzend, von Uralit-ähnlichem Ansehen. Längere Zeit glaubte ich Hrn. de Lapparent beipflichten zu sollen, welcher im herrschenden Gestein wesentlich oder ausschliesslich Hornblende sah; es schien mir, dass das in Rede stehende Gestein am Zutreffendsten als ein Diorit (Labrador-D.) zu bezeichnen sei. Auch Tschermak (a. a. O. 112) betont, dass das Monzongestein in Diorit übergehe und hat dabei ohne Zweifel dieselbe Gesteinsvarietät vor Augen, von welcher v. Buch sagt: »die Hornblendekrystalle erscheinen darin deutlich und schön.«

Da war es ein glücklicher Fund des Mineraliensammlers G. Batt. Bernard zu Campitello: wohlausgebildete Augitkrystalle auf einer drusenähnlichen Fläche des von mir anfänglich für Diorit gehaltenen Gesteins, wodurch ich zu einer erneuten Prüfung veranlasst wurde und erkannte, dass die meiste Hornblende der Monzonigesteine den Charakter des Uralits besitzt, wenngleich neben diesem räthselhaften Körper auch echte Hornblende vorkommt.

Bevor wir indess die herrschenden Diabasvarietäten genauer betrachten, wollen wir, gleichsam als Schlüssel zu denselben, zwei Gesteine kennen lernen, von denen das eine ein typisches Augit-

1) Der Spinell bezeichnet wohl immer ein durch den Contakt des Kalks, sei es an der Grenze, sei es in umschlossenen Massen, modificirtes Mineralgemenge.

Digitized by Google

Labradorgestein, gleichsam ein Dolerit der mittleren geologischen Epoche ist, während das andere, ein prachtvoll grosskörniges Gemenge aus Labrador, Augit, Hornblende, Magnesiaglimmer und Magneteisen, uns die überaus innige Verbindung von Augit und Hornblende kennen lehrt, welche in den Diabasen des Monzoni stattfindet.

Das Augit-Labradorgestein (Diabas) geschlagen von mächtigen Blöcken im Piano, wahrscheinlich gangförmige Massen im Monzoni-Massiv bildend, besteht aus vorherrschendem schwarzem Augit in $^1/_2$ bis 1 Mm. grossen, deutlich ausgebildeten Krystallen der gewöhnlichen Form (verticales Prisma ∞P nebst Ortho- und Klinopinakoid ∞P∞ und (∞P∞) und der Hemipyramide s,P), — und weissem Plagioklas. In einzelnen Partien des Gesteins tritt dieser Plagioklas in grösseren, doch nicht regelmässig begrenzten Körnern und in flachen linsenförmigen Ausscheidungen auf, während in andern Partien Augit und Plagioklas ein kleinkörniges Gemenge bilden, Als accessorische Gemengtheile erscheinen: gelber Titanit und Apatit. Letzterer, in dünnen fettglänzenden Prismen, findet sich besonders dort wo der Plagioklas etwas grössere Ausscheidungen bildet. Hornblende fehlt nicht ganz; sie erscheint theils in schwarzen Prismen von etwas bedeutenderer Grösse als der Augit, theils mit dem Ansehen von grünem, auf den Spaltungsflächen seidenglänzendem Uralit. Das polarisirende M. lehrt, dass unter vorherrschendem Plagioklas eine sehr kleine Menge von Orthoklas vorhanden ist.

Plagioklas des Augit-Labradorgesteins.

Specif. Gew. 2,707. Glühverlust 0,56.

	I	II	Mittel	
Kieselsäure	51,81	—	51,81	Ox. = 27,63
Thonerde	30,46	30,25	30,35	14,17
Kalk	12,33	11,84	12,08	3,45
Magnesia	0,05	0,15	0,10	0,04
Kali	—	2,63	2,63	0,45
Natron	—	2,85	2,85	0,735
			99,82	

Sauerstoffproportion 0,989:3:5,849.

Dieser Plagioklas ist demnach als ein Labrador mit hohem Kaligehalt zu bezeichnen. Mit Rücksicht auf die mikroskopische Analyse ist es nicht unwahrscheinlich, dass selbst das sehr sorgsam ausgesuchte Material eine kleine Menge von Orthoklas beigemengt enthielt, und dass sich hierdurch ein Theil des Kaligehalts erklärt. Eine mit dem Ergebnisse der Analyse vergleichbare Mischung erhalten wir, wenn wir eine Verbindung von 1 M. Orthoklas, 3 M. Albit und 12 M. Anorthit berechnen: Kieselsäure 52,59. Thonerde 30,03. Kalk 12,27. Kali 1,72. Natron 3,39.

Auf Gewichtstheile berechnet, würde jenem Molecular-Verhält-

Digitized by Google

niss entsprechen: 10,2% Orthoklas, 28,7% Albit, 61,1% Anorthit. Nach Abzug des als mechanisch beigemengt zu betrachtenden Orthoklases, bleiben demnach fast genau 90% eines Labradors übrig, welcher (im Sinne der Tschermak'schen Theorie) als eine isomorphe Mischung von 1 M. Albit und 4 M. Anorthit zu betrachten ist, für welche sich folgende procentische Zusammensetzung berechnet:

Kieselsäure 51,22. Thonerde 31,34. Kalk 13,66. Natron 3,78. Dieselbe entspricht einem Plagioklas, welcher eine Zwischenstellung zwischen dem typischen Labrador und dem Anorthit einnimmt. Von ähnlicher Zusammensetzung ist der »etwas verwitterte weisse Labrador aus dem Monzonit in der Nähe des Kalks, von Canzacoli«, welchen Lemberg analysirte (Ztschr. d. d. geol. Ges. 1872, S. 189), sowie der von Damour untersuchte Labrador aus einer Lava vom Berufjord, Island und der von Ludwig, Rammelsberg und mir analysirte Labrador aus dem Norit des Närödal's.

Jenes oben erwähnte grosskörnige Gestein, in den Blockmeeren des Piano sich findend, welches eine so merkwürdige Verwachsung von Hornblende mit Augit darbietet, besteht aus weissem Labrador, Augit, Hornblende, Biotit und Magneteisen, sowie etwas blättrigem Kalkspath. Der Augit, von dunkelgrüner Farbe, bildet bis 4 Ctm. grosse Krystallkörner; die Hornblende ist gleichfalls grün, doch mit einem Stich in's Braune, durch den stumpfen Winkel und die Vollkommenheit der Spaltungsrichtungen leicht vom Augit zu unterscheiden. Die in geringerer Menge vorhandene Hornblende ist nun auf das Innigste mit dem Augit verwachsen. Krystallkörner des letzteren Minerals (2 bis 3 Ctm. gross) bestehen theilweise aus Hornblende, in paralleler Verwachsung. An einem 1 Ctm. grossen Krystallkorn war auf der einen Seite die Hornblendespaltung auf das Deutlichste ausgesprochen; als ich nun das Korn um die verticale Axe drehte, fand ich auf der Hinterseite den Hornblendebruch nicht mehr, sondern statt desselben die unvollkommenere unterbrochene Spaltbarkeit des Augits. Bei der nur geringen Farbenverschiedenheit beider Substanzen trat die Grenze wenig auffallend hervor. Im Querbruche verlief sie unregelmässig, das Korn in zwei Hälften theilend. Augit und Hornblende sind beide gleich frisch und glänzend. Nichts würde hier die Annahme einer sekundären Bildung der einen aus der andern Substanz rechtfertigen. Die innige Verbindung, in welcher hier die beiden so nahe verwandten und zuweilen als heteromorph betrachteten Mineralien erscheinen, forderte dazu auf, auch ihre chemische Constitution, wenigstens in soweit zu erforschen, um eine Vergleichung beider zu ermöglichen. Es war in diesem Falle von besonderem Interesse, die Frage zu beantworten, ob beide Mineralien eine wesentlich gleiche oder eine verschiedene Zusammensetzung besitzen:

Digitized by Google

	Augit mit einander verwachsen.	Hornblende
Spec. Gew.	3,317	3,112
Kieselsäure	49,60	49,25
Thonerde	4,16	5,83
Eisenoxydul	9,82	16,97
Kalk	21,86	13,03
Magnesia	14,42	13,13
	99,86	98,21

Augit und Hornblende besitzen also trotz ihrer innigen Verbindung und bei gleichem Kieselsäuregehalt dennoch eine verschiedene relative Menge der Basen. Recht bemerkenswerth ist auch, dass der Augit trotz seines viel geringeren Eisengehalts ein wesentlich höheres spec. Gewicht besitzt. Es deutet diese Thatsache auf eine verschiedene molekulare Constitution und widerlegt die mehrfach ausgesprochene Ansicht, dass Augit und Hornblende lediglich als dimorph verschiedene Mineralien zu betrachten seien. Der Augit gehört der Varietät des Fassaits, dem thonerdehaltigen Kalk-Magnesia-Eisen=A. an; während die Hornblende dem Pargasit (Dana), der thonerdehaltigen Kalk-Magnesia-Eisen=H. zuzuzählen ist. — Aehnliche innige Verbindungen von Augit und Hornblende, wie wir sie bei jenem grosskörnigen Augit-Labrador-Gestein erkannt haben, walten nun auch bei den herrschenden Diabasvarietäten.

Der Diabas des Monzoni (Monte Riccobetta etc.) besteht wesentlich aus Labrador (neben welchem, wie schon eine recht sorgsame Betrachtung mittelst der Lupe und noch deutlicher die Untersuchung durch das polarisirende M. erweist, gewöhnlich etwas Orthoklas vorhanden ist), Augit, Hornblende, Magnesiaglimmer, Magneteisen, Titanit, Apatit. Als accessorische Gemengtheile, theils in der Grundmasse, theils in Drusen, sind zu nennen: Turmalin, Granat, Epidot, Axinit, Zirkon; Chabasit, Prehnit, Kalkspath. — Das Gestein besitzt ein sehr verschiedenes Korn, bald grob-, bald kleinkörnig; auch porphyrartige Varietäten sind häufig; in ihnen bildet entweder der Plagioklas in körnigem Gemenge eine Art Grundmasse, in welcher die Augitkörner inneliegen, oder es besteht die Grundmasse aus körnigem Augit resp. Hornblende, in welcher isolirte Plagioklase ausgeschieden sind. Auch schiefrige Abänderungen kommen vor, in denen die Plagioklas-Tafeln eine angenähert parallele Lage haben. Ueber das mikroskopische Verhalten der Diabase des Monzoni verdanke ich Hrn. Prof. Rosenbusch folgende wichtige Mittheilung: »Sämmtliche Proben sind vorwiegend Gemenge aus einem triklinen Feldspathe, neben welchem aber zweifelsohne auch ein monokliner Feldspath vorhanden ist in einfachen Krystallen und Carlsbader Zwillingen, welchen bisweilen die triklinen polysynthetischen Individuen eingelagert sind. Doch überwiegt entschieden der Plagio-

Digitized by Google

klas. — Neben dem oft recht frischen Augit, der ganz demjenigen der Diabase des rheinischen Devons oder der Harzer Diabase ähnelt, und der sich nur in manchen Durchschnitten (zumal normal zur Hauptaxe mit deutlich erkennbarem Spaltwinkel von 87°) stärker dichroitisch zeigt, als dies gewöhnlich der Fall ist — etwa mit Ausnahme der Augite in den Nephelin- und Leucitgesteinen, bei denen sich gleichfalls recht oft ein deutlicher Pleochroismus einstellt — findet sich ein brauner, rhombischer Glimmer, der wohl zum Phlogopit gehört, und ferner als ursprüngliches Mineral auch Hornblende, sehr deutlich erkennbar durch ihre Blätterdurchgänge und durch die Lage der optischen Constanten. Weit interessanter aber als dieses Vorkommniss ist das Auftreten der Hornblende in der Form des Uralit's. Zuweilen fasert sich ein grösseres Augit-Individuum an einem Ende in Uralitprismen aus.«

»Dies ist eine in älteren Augitgesteinen so überaus häufige Erscheinung, dass ich es nicht für der Mühe werth gehalten haben würde, sie zu erwähnen, wenn ich nicht in dem Monzoni-Gestein, zum ersten Male damit verknüpft, ein Phänomen wahrgenommen hätte, welches ich früher nie beobachtete. In allen bisher zu meiner Beobachtung gelangten Fällen waren die parallel liegenden Uralitsäulchen auch optisch genau parallel orientirt. Hier ist das an einigen Stellen anders und es liegen die Auslöschungsrichtungen oder Elasticitätsaxen in benachbarten Uralitfasern, die durchaus parallel erscheinen, wie sie in den Hälften eines normalen Amphibol-Zwillings liegen müssen. Die Erscheinung ist durchaus nicht zu verwechseln mit der in meiner Physiographie pag. 316 angedeuteten, wo ursprünglich Augitzwillinge in zwei Complexen zu unter sich parallelen Uralitkryställchen verwandelt sind. Bei den in Frage stehenden Uraliten aus dem Monzoni-Gestein ist ein einheitliches Augit-Individuum in parallele Augit-Aggregate verwandelt, deren einzelne Säulchen zu einander in der Amphibol-Zwillingsstellung sich befinden. Freilich findet sich die Erscheinung nur in einem der Präparate, und ich bin in Bezug auf die ehemalige Augitnatur insofern nicht absolut sicher, da die in Rede stehenden Uralitaggregate keinen Augitkern mehr enthalten und die äussere Umgrenzung nicht als Beweis dienen kann. Indessen liegen so mannichfache Uebergänge aus diesem Falle durch ganz normale und unzweifelhaft als solche nachweisbare Uralite in die frischen Augite vor, dass mir kaum ein Zweifel bleibt.«

Eine besonders schöne Varietät des Diabas wurde gewählt, um den Plagioklas auszusuchen und zu analysiren. Das Gestein besitzt ein porphyrartiges Gefüge; weisse, tafelförmige Plagioklase liegen in einer wesentlich aus innig verwachsener, Uralit-ähnlicher Hornblende bestehenden Grundmasse. Die Plagioklase, bis 2 Ctm. gross, 5 Mm. dick, sind sämmtlich Doppelzwillinge, indem zunächst zwei oder

Digitized by Google

mehrere Individuen nach dem Carlsbader Gesetze des Orthoklas d. h. »Drehungsaxe die Verticale« verbunden sind; jedes dieser Individuen dann wieder aus zahllosen feinsten Lamellen besteht, welche nach dem Albitgesetze »Drehungsaxe normal zum Brachypinakoid M« verbunden sind.

Plagioklas aus dem Diabas des Monzoni.

Spec. Gew. 2,690. Glühverlust 1,36%.

		Ox. =
Kieselsäure	55,83	29,78
Thonerde	27,57	12,87
Eisenoxydul	1,29	0,29
Kalk	7,03	2,29
Kali	3,56	0,605
Natron	4,09	1,055
	99,37	

Sauerstoffproportion 0,988 : 3 : 6,942.

Suchen wir, wie es auch oben geschehen, eine Verbindung von Orthoklas, Albit und Anorthit zu berechnen, in welchem der erstere mechanisch beigemengt, die beiden triklinen Feldspathe als in isomorpher Mischung zu betrachten sein würden, so gelangen wir zu weniger übereinstimmenden Resultaten wie oben (die Ursache werden wir alsbald durch die mikroskopische Betrachtung erkennen). Eine Verbindung von 1 M. Orthoklas, 2 M. Albit, 4 M. Anorthit ergibt: Kieselsäure 57,32. Thonerde 26,44. Kalk 8,23. Kali 3,46. Natron 4,55.

Es gelingt offenbar nicht, durch eine Verbindung nach anderem Verhältniss Werthe zu erhalten, welche sich den Zahlen der Analyse mehr nähern. Nehmen wir in der Verbindung mehr Anorthit an, so nähert sich zwar die berechnete Kieselsäure mehr dem gefundenen Werthe, doch gleichzeitig wird die Abweichung in den Zahlen der Kalkerde noch grösser.

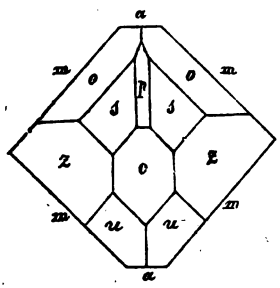
Im mikroskopischen Schliffe zeigen die Labradorkörner (als deren ideale Mischung wir 1 M. Albit und 2 M. Anorthit annehmen dürfen) eine meist unreine Beschaffenheit. Es gewinnt den Anschein, als ob dieselben sich aus der Grundmasse nicht völlig abzusondern vermocht hätten. Die Plagioklaskörner sind gleichsam verschleiert, so dass partienweise der krystallinische Charakter zurücktritt und die Substanz aus einem unreinen Gemenge von Grundmasse und Mikrolithen besteht. Interessant ist es zu beobachten, wie die Plagioklasstreifung sogleich deutlich dort wieder einsetzt, wo die Verunreinigungen und Wolken etwas zurücktreten. Man gewinnt die Ueberzeugung, dass hier eine unvollkommene Ausscheidung krystallinischer Körner aus einer widerstrebenden Grundmasse vorliegt, in welcher die Elemente von Plagioklas und Orthoklas zum Theil noch nicht getrennt sind. Diese Ansicht stützt sich auf die oben angegebene Thatsache, dass viele Diabasvarietäten, welche u. d. M. als ein reineres krystallinisches Gemenge erscheinen, neben sehr

Digitized by Google

vorherrschendem Plagioklas auch etwas Orthoklas erkennen lassen. — Die Hornblende des in Rede stehenden porphyrartigen Diabas zeigt u. d. M. ein verworren fasriges Gefüge; sie ist zu strahlig-büschligen Partien gruppirt. Augit fehlt nicht. Stets sind Glimmer und Magneteisen vorhanden.

Nachdem dieser porphyrartige Diabas, indem er eine mechanische Aussonderung gestattete, uns die chemische Mischung des konstituirenden Plagioklas kennen gelehrt, wenden wir uns zu dem zweiten wesentlichen Gemengtheil der Monzoni-Diabase, dem Augit.

Im Diabas des Monzoni tritt zuweilen der Plagioklas fast ganz zurück und das Gestein verwandelt sich so in einen fast reinen Augitfels. Solcher Art ist die Varietät, welche zuweilen in Drusen deutlich ausgebildete Augite führt. Diese von Bernard aufgefundenen Krystalle sind von dunkellauchgrüner Farbe bis 1 Ctm. gross. Ihre Form, ähnlich derjenigen mancher Augite von Traversella, ist, in grader Projection auf die Horizontalebene dargestellt in nebenstehender Figur, eine Combination folgender Flächen:



s = (a′:b:c), P
u = (a:b:c), —P
o = (½a′:½b:c), 2P
z = (∞a:½b:c), (2P∞)
p = (a′:∞b:c), +P∞
m = (a:b∞c), ∞P
a = (a:∞b:∞c), ∞P∞
c = (∞a:∞b:c), oP

Einer dieser Krystalle war glattflächig genug, um zu gestatten, mehrere Winkel mit dem grossen Goniometer zu messen:

m:m′ = 87° 16′ 87° 10′ (Winkel des gelben Augits
m:z = 131 51 131 54 vom Vesuv).

Das Gestein, welches diese Augite führt, hat eine etwas drusige Struktur; in den kleinen Hohlräumen finden sich Körner von Kalkspath. Auch jener porphyrartige Diabas aus welchem die Plagioklaskörner zur Analyse ausgesucht wurden, enthält — wie das mikroskopische Studium lehrte — etwas Kalkspath, kleine drusenähnliche Räume erfüllend. Polarisirtes Licht lässt darin eine grosse Zahl von Zwillingslamellen, parallel —½R, erkennen. — Nachdem man einmal von dem Vorhandensein des Augits in diesen Monzoni-Diabasen sich überzeugt, erkennt man ihn überall wieder. Seine Farbe ist gewöhnlich schwärzlich grün, doch auch zuweilen fast schwarz. Bisweilen wird man durch glänzende schwarze Flächen auf dem Gesteinsbruch überrascht; sie entsprechen dem Orthopinakoid (Querfläche). Neben dem Augit tritt in den Monzon-Diabasen meistens Hornblende deutlich hervor; viele Varietäten lassen keinen Augit

Digitized by Google

mehr erkennen, sondern nur Hornblende von dunkelgrüner Farbe, mit seidenglänzenden Spaltflächen. Diese Hornblende besitzt ganz den Charakter des Uralit's. Kleinste Magneteisenpunkte, welche diese Uralit-ähnliche Hornblende erfüllen, erinnern daran, dass auch der Uralit von Arendal (Hornblende in Augitform) von Magneteisen gewöhnlich begleitet ist. Selten nur lässt der Uralit in unsern Diabasen deutlich die Augitform erkennen. Erst allmälig gelangt man demnach zu der Ueberzeugung, dass man es nicht mit echter Hornblende zu thun hat. So erklären sich die Worte v. Buchs (1824): »die Hornblendekrystalle des Monzon-Syenit's sind deutlich und schön; ihr blättriger Bruch lässt sie fast an jedem Bruch gar deutlich erkennen; sie sind gewöhnlich nicht schwarz, sondern lauchgrün.« Vierzig Jahre später glaubte auch de Lapparent (a. a. O. p. 258) dieser Wahrnehmung durchaus zustimmen zu müssen, indem er von dem Hypersthenite Rose's und v. Richthofen's sagt: »je n'ai pu y voir autre chose que de l'amphibole avec mica, fer oxydulé et pyrite au milieu du Labradorit. Partout ou la matière fibreuse verte sur la quelle il pourrait y avoir doute se présente en cassures nettes, on y reconnait le double clivage de l'amphibole.« Die Frage, ob diese uralitische Hornblende wirklich aus Augit entstanden ist, wage ich nicht zu unterscheiden.

Häufig erglänzen auf den vielfach unterbrochenen Spaltflächen der Hornblende kleine Glimmer-Täfelchen. Die grössern Glimmer-Tafeln bilden häufig unterbrochene oder auch getrennte Partien, welche trotz vielfacher Unterbrechungen von Plagioklas und Hornblende stets wieder in denselben Ebenen einspiegeln. Noch ausgezeichneter wie am Monzoni zeigt sich diese Erscheinung an dem Gesteine der Margola bei Predazzo.

Ein ungewöhnlicher Bestandtheil der Diabase ist der Turmalin von schwarzer Farbe, dessen schon v. Buch Erwähnung thut: »Quarz sehe ich nie, wohl aber Turmalin in ansehnlichen, aus einem Mittelpunkt sich verbreitenden Krystallen.« Die büschelförmig gruppirten Turmalin-Nester erinnern sehr an das gleiche Vorkommen im rothen Turmalingranit von Predazzo.

Der Diabas des Monzoni führt, wie bereits oben angedeutet, ausser den genannten noch folgende Mineralien, welche vorzugsweise in Drusen und auf Kluftflächen sich finden: Granat, Epidot, Axinit, Chabasit, Prehnit u. e. a. Der Granat von brauner Farbe, in der Combination des Dodecaëders mit dem Ikositetraëder 202, ist selten, die Krystalle nur klein, in Begleitung von Epidot Kluftflächen bedeckend. Derber brauner Granat bildet zuweilen zollmächtige unregelmässige Gangschnüre. Den Axinit vom Monzoni kannte bereits v. Senger in seiner »Oryktognosie Tyrols«, welche Angabe in viele Lehrbücher übergegangen ist. Doch wurde in dem verdienstvollen Werke »die Mineralien Tyrols« von Liebener und Vorhauser jenes Vorkom-

Digitized by Google

men nicht anerkannt, »weil in keiner Sammlung Tyrols ein Exemplar zu finden war und deshalb eine Täuschung vermuthet wurde.« Ich fand dann den Axinit im Jahre 1862 nahe dem höchsten Kamm, unmittelbar unter der Monzonischarte (Nordabhang) wieder auf. Er bildet in Begleitung von braunem Granat und Kalkspath zollmächtige Gangschnüre im Diabas. Bis jetzt ist er nur in krystallinisch blättrigen Massen, nicht in ausgebildeten Krystallen vorgekommen. Der Axinit ist ein in den Alpen immerhin seltenes Mineral, indem es wohl nur zu Saint-Cristophe en Oisans, im Medelser Thal, Graubünden, am Monzoni sowie (nach Des Cloizeaux) am Montanvert vorkommt. — Bereits von Buch kennt den Chabasit vom Monzoni: »Zu den Sonderbarkeiten dieses Gebirgs, sagt er, gehört es, dass man nicht selten Klüfte des Gesteins auf beiden Seiten mit sehr schönen vollkommenen Rhomboëdern von Chabasie besetzt sieht.«

Das Vorkommen der genannten Mineralien beobachtet man am besten, wenn man vom Piano zur Monzoni-Scharte, ca. 800 M. emporsteigt, auf welchem Wege sich auch die verschiedenen Varietäten des Diabas vortrefflich darbieten. Von der Fassaitlagerstätte (deren Schilderung weiter unten) steigt man steil und steiler in einer schmalen sich endlich zu einer Scharte verengenden Felsschlucht empor. Das Gestein ist im Ansehen sehr wechselnd, bald reich an Plagioklas und licht, bald reich an Augit oder Uralit-ähnlicher Hornblende, dann dunkel. Die Ablösungsflächen der Felsen sind vielfach mit Serpentin überzogen. Chabasit überkleidet streckenweise alle Gesteinsklüfte. Ich sah auf der Felsenwanderung zahlreiche unregelmässige Gänge verschiedener Gesteinsvarietäten: lichte Gänge auf dunklem Grunde; auch gewöhnliche Serpentinmassen auf lichterem Grunde. Auch fand ich kubikfussgrosse Blöcke von braunem derbem Granat, mit Kalkspath gemengt; zuweilen beide Mineralien in Zonen geordnet. Prehnit sah ich in zerfressenen Quarzgängen, welche oben auf der Kammhöhe erscheinen. Auch im Toal dei Rizzoni soll das Mineral vorkommen. Zahlreiche Gänge einer serpentinreichen Gesteinsvarietät setzen auf der schneidigen First des Kammes auf, welcher in schnellem Wechsel aus lichteren und dunkleren Massen besteht. Man glaubt zu bemerken, dass es diese serpentinisirten, leichter verwitterbaren Massen gewesen, welche zu den brechenähnlichen Einbrüchen der First Veranlassung boten.

Vom Diabas, dem Augit-Labrador-Gestein, möchte ich trennen einen Gabbro, Diallag-Labrador-Gestein, welcher, wenngleich nur untergeordnet, am Monzoni vorkommt. Diese Felsart, welche ich in losen Blöcken unmittelbar vor dem Anstieg vom Piano zu den Selle fand, zog durch seine Schönheit und Grobkörnigkeit (1 bis 2 Ctm. Korngrösse) meine Aufmerksamkeit auf sich. Dieser Gabbro ist ein Gemenge von Labrador, Diallag-ähnlichem Augit, Olivin, wenig Magnesiaglimmer, Magneteisen. Der Labrador zeigt unter dem po-

Digitized by Google

larisirenden Mikroskop deutliche Zwillingsstreifung. Der Diallag, von schwarzer Farbe, bildet unregelmässig begrenzte Körner, an welchen drei deutliche Spaltungsrichtungen gemessen werden konnten. Von diesen sind zwei gleich deutlich und schneiden sich unter ca. 85½°; sie entsprechen dem verticalen Prisma des Augits. Die dritte Spaltbarkeit, vollkommener als die beiden erstgenannten stumpft die scharfe Kante derselben ab, gehört also dem Orthopinakoid an. — Im Dünnschliff ist der Diallag lichtgrün, mit schönen concentrischen Anwachsringen. Bemerkenswerth sind zahllose feinste Sprünge oder Spalten, welche, in zwei sich unter etwa 105° schneidenden Richtungen geordnet, die Diallagkörner durchsetzen. Diese schwarzen »Spaltlinien« erscheinen nicht gleichmässig durch das Diallagkorn, sondern gleichsam schwarmweise vertheilt, vergleichbar den schwarzen Liniengruppen, welche Prof. Rosenbusch in seinem vortrefflichen Werke am Anthophyllit darstellt (s. Taf. VIII. Fig. 48 p. 263). Bei dem Diallag vom Monzoni ist zum Unterschied von jenem Anthophyllit die Streifung stets eine zweifache. Nicht unwahrscheinlich ist es, dass diese Spaltsysteme mit einer beginnenden Umänderung zusammenhängen. — Von besonderem Interesse ist das Vorkommen des Olivin's, welcher bisher in den Monzoni-Gesteinen noch nicht beobachtet wurde. U. d. M. sind die Krystalle mit aller Sicherheit zu erkennen, sowohl an ihren Umrissen als auch an ihren zahlreichen etwas gekrümmten Sprüngen in denen eine Zersetzung beginnt, sowie endlich an ihrer eigenthümlich rauhen oder »sanft wellig gekräuselten Oberfläche« (Rosenbusch). Häufig sind die Olivinkörner im Diallag eingewachsen. Einmal durch die mikroskopische Betrachtung auf das Vorhandensein des Olivins aufmerksam, gelingt es auch auf dem frischen Gesteinsbruche den wenig spaltbaren, glasglänzenden, licht grünlichgelben Olivin zu erkennen und vom dunkleren blättrigen Diallag zu scheiden. Das Vorkommen des Olivins ist auch insofern von Interesse, als seine Association mit Diallag eine nicht ungewöhnliche ist z. B. im schwarzen Gabbro von Neurode (s. G. Rose, diese Zeitschr. 1867 S. 276).

Labrador aus dem Gabbro vom Monzoni.
Spec. Gew. 2,668. Glühverlust 0,49.

	I	II	Mittel	
Kieselsäure	55,51	—	55,51	Ox. = 29,60
Thonerde	28,88	29,10	28,99	= 13,53
Kalk	9,61	9,21	9,41	= 2,69
Kali	—	2,51	2,51	= 0,42
Natron	—	4,48	4,48	= 1,15
			100,90	

Sauerstoffproportion 0,945 : 3 : 6,563.

Dieser Plagioklas stimmt demnach nahe überein mit einem

Digitized by Google

Labrador aus dem Diorite des Veltlin's, welcher mit Hornblende associirt ist: Kieselsäure 55,15. Thonerde 29,56. Kalk 9,58. Kali 0,80. Natron 5,23 — entsprechend einer Mischung von 1 Mol. Albit und 2 Mol. Anorthit.

Hr. Prof. Websky hatte die Güte, sich der optischen Untersuchung des schwarzen Diallags zu unterziehen. Derselben zufolge liegen die optischen Axen in der Symmetrie-Ebene. »Die Bissectrix ist positiv und bildet mit einer Normalen auf die Basis (ca. 74° geneigt zur Verticalaxe) einen Winkel von 2° 54′, nach vorne geneigt. Die Axenapertur $2V = 45° 42'$. Die optische Normale bildet einen Winkel von 18° 55′ mit der Normalen zur Querfläche (Orthopinakoid). Nach Des Cloizeaux gibt Pyroxen: positive Bissectrix 22° 53′ gegen die Normale auf die Basis, gleichfalls nach vorne geneigt. $2V = 58° 59'$; die optische Normale bildet 38° 54′ mit einer Normalen auf die Querfläche. — Dagegen macht beim Achmit die optische Normale einen Winkel von 7° mit der Normalen auf die Querfläche und liegen von ihr die optischen Axen weit ab« (s. Rosenbusch, Physiographie S. 294, 303). Von Prof. Websky rührt auch die Bestimmung dieses Minerals als Diallag her.

Durch den Nachweis des schwarzen Diallags am Monzoni erhält die Angabe G. Rose's über das Vorkommen des Hypersthen's daselbst wenigstens eine gewisse Bestätigung (gegenüber der Behauptung de Lapparent's, dass nur Hornblende in jenen Gesteinen sich finde) wenn man erwägt, dass man damals kein Mittel besass, die schwarzen Diallagvarietäten vom Hypersthen zu scheiden.

Der schwarze Diallag vom Monzoni, spec. Gew. = 3,365.

		Ox.
Kieselsäure	45,88	24,47
Thonerde	5,10	2,38
Eisenoxydul	12,62	2,80
Kalk	20,30	5,80
Magnesia	13,81	5,52
	97,71	

Diese Analyse ist leider, wie der Verlust ergibt, nicht ganz befriedigend. Die Menge der Kieselsäure scheint etwas zu gering bestimmt zu sein. Ob hier ein Verlust stattgefunden, oder ob durch fein beigemengten Olivin der Kieselsäuregehalt herabgedrückt erscheint, wage ich nicht zu entscheiden. Der schwarze Diallag vom Monzoni erinnert an den braunen Diallag aus dem schwarzen Gabbro von Neurode, welches Gestein auch dadurch dem Gabbro des Monzoni gleicht, dass es Olivin als wesentlichen Gemengtheil enthält (s. Ztschr. d. d. geol. Ges. 1867. S. 281).

Lernen wir nun einige der Mineralfundstätten des Monzoni kennen, welche an den Contakt von Eruptivgestein und Kalk gebunden sind. Eine der ausgezeichnetsten ist das Fassait-

Digitized by Google

lager auf der Nordseite des Berges unterhalb der Scharte. Dasselbe wurde von Bernard aufgefunden; es hat viele treffliche Krystalle geliefert. Die Lagerstätte ist eine ellipsoidische Masse von krystallinischem Kalkstein rings umschlossen von Diabas. Die Kalkscholle ist auf einer Strecke von etwa 50 M. im Streiche entblösst, während ihre verticale Mächtigkeit etwa 5 M. beträgt. Diese Kalkmasse wird indess durch eine schmale Diabasbank oder -lagergang in zwei Theile gesondert. Der Diabas ist in der Nähe des Kalks zu Serpentin verändert und auch der Kalkstein ist von Serpentin durchzogen; es ist eine Art von Ophicalcit. Im unmittelbaren Contakt beider Bildungen finden sich die berühmten lichtgrünen Fassaite, deren Drusen — ursprünglich von späthigem Kalk erfüllt — erst durch die Verwitterung blossgelegt wurden. Diese Fundstätte liegt etwa 2200 M. hoch. — Das Kalklager, welches die Fassaite führt, setzt, auf weite Strecken durch Felsgerölle unterbrochen, sowohl nach Ost als nach West fort. In letzterer Richtung hebt sich das Kalklager oder der Zug aneinander gereihter mächtiger Schollen erst allmälig, dann schneller am felsigen Gehänge bis zu einem der höchsten Monzonigipfel empor. Einige hundert Schritte südwestlich von der Fassaitstätte ragt aus den Diabasfelsen ein wohl 12 M. in jeder Richtung messender lichter Kopf von krystallinischem Kalk hervor. Derselbe verräth durch seine körnige Beschaffenheit den metamorphischen Einfluss des Eruptivgesteins; Contaktmineralien finden sich indess hier nicht. Weiter bedecken wilde Steinhalden den anstehenden Fels, sie lehnen sich an pralle unersteigliche Wände, welche unmittelbar unter dem westlichen Monzongipfel, umgeben von dunklem Diabas oder Syenit, lichtere Kalkstreifen erkennen lassen.

Als ich zur Palla verde (über welche man den Ursprung des Pesmedathals erreichen kann), westlich des genannten Gipfels emporstieg, erblickte ich deutlich unterhalb des Gipfels eine mächtige Kalkmasse. Sie erschien in Straten gesondert und von Gängen durchsetzt. Es ist unmöglich, an diese Stelle zu gelangen; doch finden sich in der Blockhalde, welche von dort gegen das Piano herabzieht, Massen von körnigem Kalk mit gelbem Vesuvian in schönen Krystallen und kleinen Fassaiten. Auf diesen Punkt beziehen sich die Worte von Buch's: »Man sieht von unten recht deutlich, wo der Vesuvian anstehend ist; aber noch hat ihn Niemand dort auf seiner Lagerstätte in der Nähe gesehen. Es ist ganz oben am Gipfel ein oberes Lager von grosser Mächtigkeit, doch von geringer Erstreckung. Es fallen dort beständig Blöcke herunter, ein Gemenge von blauem Kalkspath mit Vesuvian, eines der schönsten Gemenge welches die Gebirge aufweisen können.« — Gegen Osten von der erstgenannten Fassaitfundstätte findet sich das Kalklager am Fusse jenes vom Ricolettaberg gegen Nord vorspringenden, zerbrochenen Felsrückens wieder (s. Taf. I Fig. 2), sinkt dann aber zum Piano hinab, unter

Digitized by Google

dessen Felsmeer sowohl jenes Lager als auch die Gesteinsgrenze sich verbirgt. Während am Nordabhange des Ricolettaberges die Fundstätten der Mineralien rings umschlossenen Kalkschollen angehören, liegen sie am nordöstlichen Ende des Gebirgs bei le Selle auf der Grenze zwischen Syenit und den das Eruptivgestein umschliessenden Kalkmassen. Eine eigenthümliche Gestaltung besitzt der vom Piano gegen Osten ziehende Thalzweig, durch welchen ein hoher Uebergang nach S. Pellegrino führt. Man steigt von der Monzoni-Ebene eine steile Stufe hinan, nun breitet sich eine ebene Stufe mit zwei kleinen Teichen aus. Wieder hebt sich eine steile Terrasse und zum zweiten Male folgt eine ebenere Fläche mit Wasserbecken. Endlich zieht sich der wilde Thalhintergrund steil und grausig zum (ca. 2600 M. hohen) Kamm empor. Die erste Fundstätte, welche ich, ca. 200 M. über dem Piano, erreichte, war diejenige des Gehlenit's und Granat's. Das Eruptivgestein ist hier Syenit, welch' letzterer eine keilförmige Masse in den Kalk hineinschiebt, welcher in einen herrlichen grosskörnigen Marmor bis in eine Entfernung von 20 bis 30 M. von der Grenze umgewandelt ist. Weiter folgt grauer Kalkstein, dann gelber Dolomit. Es hat zuweilen das Ansehen, als ob zunächst der Syenitgrenze der Kalkstein gänzlich in eine dunkle Silicatmasse, vorzugsweise aus Gehlenit bestehend, umgewandelt ist. Ausser dem Gehlenit tritt hier auch gelber Granat in Krystallen und mit körniger Zusammensetzung im Contakt des Kalksteins und des Syenits auf. An keinem andern Punkte im Umkreise des Monzoni schien mir die umändernde Wirkung des Eruptivgesteins so überzeugend hervorzutreten wie an den Selle, wo ein herrlicher grossblättriger Marmor sich in schrittweisem Uebergang aus dichtem Kalkstein entwickelt. Der kleine Thalkessel von le Selle ist zwar mit Geröllen bedeckt, doch beweisen die in einer ostwestlichen Richtung geordneten zahlreichen Contaktstücke, körnige Aggregate von Granat und Kalkspath, dass die Grenze, stets von Contaktbildungen begleitet, mitten durch das kleine Hochthal streicht. Weiter über Kalkfelsen emporsteigend, fand ich zwei ungefähr ostwestlich streichende, fast senkrechte, $^1/_3$ bis $^1/_2$ M. mächtige Gänge eines dem Augitporphyr ähnlichen Gesteins. Die Gänge schliessen ein 80 Ctm. breites mauerförmiges Stück des Kalkfelsens zwischen sich. Keine krystallinische Metamorphose des Kalks oder Bildung von Contaktmineralien ist an diesen Gängen zu beobachten. Beide Gänge steigen an der jähen Wand zunächst gleichartig empor, der eine endet früher während der andere noch etwa 6 M. höher fortsetzt. Sie enden beide, in ihrer ganzen Breite von 40 Ctm. gleichsam plötzlich abgeschnitten. Weiter zur Passhöhe fortschreitend traf ich bald noch einen dritten, viel mächtigeren (6 M.), gleichfalls sehr nahe ostwestlich streichenden, verticalen Gang von Augitporphyr. Auch hier war keine Veränderung des Nebengesteins wahrzunehmen. Diese

Digitized by Google

Gänge eines dem Augitporphyr ähnlichen Gesteins nahe der Syenit-Kalk-Grenze erinnerten mich an die durchaus ähnliche Erscheinung im Marmorbruche von Canzacoli und an der Margola bei Predazzo. Die später hervordringenden schwarzen basischen Porphyre fanden offenbar grade auf der Grenze von Syenit und Kalkstein einen leichteren Durchbruch. In einer Höhe von etwa 600 M. über dem obern Theil des Piano erreichte ich eine besonders ausgezeichnete Contactfundstätte. Aus dem wilden steilen Trümmerfeld erhebt sich ein flachgewölbtes von Ost nach West streichendes Felsriff, dessen südliche Hälfte aus Kalkstein besteht, während die nördliche durch Syenit gebildet wird. Das Eruptivgestein bildet hier dem Anschein nach eine über 30 M. mächtige gangähnliche Apophyse der weiter gegen Süd befindlichen Gebirgsmasse. An der Grenze ist der in weiterer Entfernung dichte Kalkstein in schönen grobkörnigen Marmor verändert. Zwischen Marmor und Syenit liegt eine ½ bis 1 M. mächtige, übrigens sehr unregelmässig bald anschwellende, bald sich wieder verschmälernde Bildung von grossblättrigem Kalkspath, erfüllt und gemengt mit Contactmineralien: Granat und strahligem Augit. Der grossblättrige Kalkspath, aus welchem man 8 bis 10 Ctm. grosse, von schönsten Zwillingslamellen durchsetzte Rhomboëder herausspalten kann, schneidet merkwürdig scharf am Marmor ab. Unmittelbar an der Grenze gegen den Syenit liegen körnige Aggregate und bis 10 Ctm. dicke Platten von gelbem und braunem Granat, welche auch vielfach den grossblättrigen Kalkspath durchziehen. Auch wohlgebildete Granatkrystalle (∞O, 202) liegen im Kalk, zuweilen in grosser Menge, schaarenweise. Zum Granat gesellen sich (ausser Eisenkies) Zonen und Bänder von strahligem Augit, welcher eine vollkommene Analogie darbietet zu den Massen strahligen Augits von Campiglia marittima und am Cap Calamita und bei Torre di Rio auf Elba. Die Augitstrahlen ordnen sich zu Rosetten und diese zu Bändern, welche durchschwärmt von Granaten den grossblättrigen Kalkspath durchziehen. Wie wurde ich überrascht, als ich die Berührungsebene von Syenit und den Contactgebilden entblösste! Ich fand sie bedeckt mit Quadratzoll-grossen Blättern von Eisenglanz. Wäre nicht die landschaftliche Umgebung in der Felswildniss am Monzoni nahe dem ewigen Schnee so durchaus verschieden von den milden Gestaden Elba's, so hätte ich glauben können, auf den Felsen Calamita's oder der Torre di Rio zu stehen.

Die geschilderte merkwürdige Contactmasse gehört, wie bereits oben bemerkt, der südlichen Grenze einer Syenitapophyse gegen Kalkstein an. Die nördliche Grenze jener etwa 30 M. mächtigen Gangmasse, welche an der Oberfläche des Felsriffs sich deutlich darstellt, entbehrt der Contactgebilde, indem das Eruptivgestein unmittelbar an den zu Marmor veränderten Kalkstein grenzt. Das Eruptivgestein verändert in diesem und andern in der Nähe befind-

Digitized by Google

lichen Apophysen und Gängen seinen normalen Charakter und ähnelt einem wenig ausgesprochenen Grünsteinporphyr. Zuweilen hat es den Anschein, als ob das Eruptivgestein isolirte Partien im Marmor bilde, welche indess wohl unzweifelhaft nach der Tiefe hin mit der Hauptmasse zusammenhängen. — Von der geschilderten Fundstätte des Granats und des strahligen Augits zieht sich die Schlucht le Selle, einen stets wilderen Charakter annehmend, noch höher empor. In den gelben Dolomitfelsen, welche gegen Ost den Felskessel schliessen, bemerkt man gangförmige Massen von schwarzem Eruptivgestein, deren Zusammenhang durch die Zerstörung des Bergprofils unterbrochen, und deren Fortsetzung zur Tiefe durch Gerölle verdeckt ist. Wir versuchten, gegen Süd gewendet, am trichterförmigen Gehänge des hohen Thalcirkus hinschreitend, den Uebergang nach Allochet zu gewinnen. Das hier herrschende Gestein ist Buchensteiner Kalk, ein farbigstreifiger Kalkschiefer, mit verticaler Schichtenstellung, von West nach Ost oder von WSW—ONO streichend. Dieser Kalkschiefer, welcher mich an die in der Granitnähe veränderten Schichten Norwegens erinnerte, scheint gleich der Marmorzone auf die Nähe des Syenits hinzuweisen. Bald wurde das Gehänge so jäh, dass wir nicht, in horizontaler Richtung fortschreitend, die Kammsenkung von Allochet erreichen konnten. Wir stiegen also jäh empor den verticalen Profillinien der veränderten Kalkschichten folgend, überschritten den Kamm im Angesicht der dolomitischen Palle di S. Martino, der erstaunlichsten Bergformen der Erde, wandten uns dann gegen Süd-West, zur Fundstätte Allochet. Es herrscht auf dem genannten Wege ein mehrfacher Wechsel von theils unverändertem, theils körnigem Kalk. Wiederholt trafen wir entblösste Massen von granaterfülltem Marmor, welche vollkommen den betreffenden Felsen von le Selle gleichen. Auch zeigten sich im Diabas viele schmale Gänge eines rothen Augit-Syenit's. Etwa 100 M. unter dem Kamm, unmittelbar im Contakt von lichtröthlichem Augit-Syenit und Kalkstein, im südöstlichen Theile des Monzoni liegt die Epidot-Fundstätte Allochet. Dieser Epidot, welcher früher theils für Achmit, theils für Malakolith gehalten und zuerst durch v. Richthofen richtig bestimmt wurde, ist von grünlichschwarzer bis schwarzer Farbe und bietet eine Combination folgender Flächen (s. Naumann, Min. S. 423):

$$n = (a' : b : c), \quad P$$
$$z = (a : b : \infty c), \quad \infty P$$
$$M = (\infty a : \infty b : c), \; oP$$
$$T = (a : \infty b : \infty c), \; \infty P\infty$$
$$r = (a' : \infty b : c), \quad P\infty$$
$$l = (a : \infty b : 2c), \quad 2P\infty$$

Neben dieser schwarzen kommt in einer Diabas-ähnlichen Syenitvarietät auch eine grüne, feinstrahlige Abänderung vor. Begleiter

Digitized by Google

des Epidots sind: Granat in der Combination des Dodekaëders mit untergeordnetem Ikositetraëder 202, Sphen sowie kleine weisse Krystalle eines triklinen Feldspaths, welcher von Liebener und Vorhauser sowie von v. Zepharovich als Labrador angesprochen wurden, welche indess theils Albit, theils Anorthit zu sein scheinen; endlich Zirkon [1]). — Das Muttergestein des Epidot's von Allochet ist gewöhnlich zersetzt, zuweilen zu einer braunen brüchigen Masse aufgelöst, in welcher man kaum noch den ursprünglichen Charakter des Gesteins erkennen kann. Der unfern anstehende frische Augit-Syenit ist vor den meisten andern Varietäten dieses Gesteins dadurch ausgezeichnet, dass Feldspath und Plagioklas sich deutlich durch die Farbe unterscheiden. Letzterer ist weiss, sehr vorherrschend, in 4 bis 6 Mm. grossen Krystallen; der Feldspath dunkelfleischroth, in spärlichen kleinen Körnern. Viel Biotit, wenig Augit.

In Val Allochet herrscht ein mannichfacher Gesteinswechsel: Augit-Syenit, Diabas, Kalkstein, Quarzporphyr. Letzteres Gestein bildet, wie schon Dölter hervorhebt, einen ansehnlichen Theil der Südseite des Gebirgs, so dass die nordöstliche Verbreitung des Monzongesteins eine geringere ist, als es nach der von Richthofen'schen Karte zu sein scheint. Etwa 400 M. unter der Epidot-Fundstätte steht in V. Allochet ein recht frischer Quarzporphyr an. Die ausgeschiedenen Körner von Quarz und fleischrothem Feldspath (sehr wenig Plagioklas) erreichen nur eine geringe Grösse (5 bis 6 Mm.). Von besonderem Interesse ist die höchst unregelmässige Form der Quarzkörner, wie sie sich im Dünnschliff darstellt. Neben rundlichen sieht man eckige, keulenförmige und andere Gestalten. Die Grundmasse dringt zuweilen zungenartig in die Quarzkörner ein oder wird in isolirten Partien von derselben umschlossen; zum Beweise, dass wirklich die Quarze sich aus der Masse müssen abgeschieden haben.

Eine noch reichere Fundstätte als Allochet ist Toal dei Rizzoni, in welche man hinabsteigt, nachdem man die Monzonscharte von Norden her überschritten hat. In dem cirkusähnlichen Ursprung des genannten Tobels herrscht Augit-Syenit, in welchem fortsetzende Schichten und Schollen von verändertem Kalkstein auftreten. Es sind dies wohl unzweifelhaft losgerissene und emporgehobene Theile des durchbrochenen Gebirgs. Der Kalkstein, dessen Schichtung deutlich erkennbar, ist meist zu Marmor verändert und vielfach mit Contaktmineralien imprägnirt: Anorthit, Adular, Fassait, Magnesiaglimmer, Monticellit oder Batrachit, Titanit, Ceylanit oder Pleonast, Apatit, Magneteisen.

---

1) An diesem Zirkon (von prismatischem Habitus, 3 Mm. lang, 1 Mm. dick) wurden folgende Formen bestimmt: Oktaëder P, Dioktaëder 3P3, Prisma ∞P.

Digitized by Google

Der Anorthit (Labrador bei Liebener und Vorhauser denen zufolge die Krystalle dieses Minerals hier die bisher nirgends beobachtete Grösse von 6 Ctm. erreichen und in Gängen des Syenit's mit Magnesiaglimmer, Magneteisen, Fassait und Sphen vorkommen) wurde von Tschermak bestimmt (Verh. d. geol. Reichsanstalt 1874 S. 37). Letzterem Forscher zufolge sind die grossen Anorthite stellenweise von Orthoklas in paralleler Verwachsung überzogen. Als beibrechende Mineralien werden genannt: Biotit, Apatit, Augit, Titanit. — Eine mir vorliegende Stufe zeigt in einer Druse eines Aggregates von grünem Biotit Adular-Krystalle, 1 bis 3 Ctm. gross, in der Combination $T = \infty P$, $P = oP$, $x = P\infty$, $y = 2P\infty$. Dieselben sind gleich den sie begleitenden Quarzkrystallen schneeweiss, mit einem kaolinähnlichen Ueberzug bedeckt; Apatit. — Die Sammlung des Ferdinandeum zu Innspruck bewahrt neben grünem auch schwarzen Biotit in zollgrossen Tafeln aus Toal Rizzoni.

Eines der merkwürdigsten Monzon-Mineralien ist der Batrachit Breithaupt's (1832), welcher nach Liebener und Vorhauser in grosskörnigem Gemenge mit Ceylanit und blaugrauem Kalkspath eine 0,3 bis 0,6 M. mächtige Bank im Syenit bildet. Der Batrachit fand sich bisher in Rizzoni nur derb oder in Krystallkörnern, deren Formen nur unvollkommen ausgebildet sind. Dennoch bestimmte Breithaupt das System in zutreffender Weise als rhombisch, wenngleich es mir nicht gelang, das von Breithaupt angegebene Prisma von nahe 115°, welchem auch eine sehr unvollkommene Spaltbarkeit parallel gehen soll, auf die flächenreichen deutlich ausgebildeten Krystalle von Pesmeda zu beziehen. Nachdem nun Rammelsberg 1840 für den Batrachit die gleiche chemische Zusammensetzung wie für den vesuvischen Monticellit (Brooke 1831) erwiesen hat) und — wie alsbald nachzuweisen sein wird — die vor Kurzem entdeckten Batrachit-Krystalle von Pesmeda vollkommen übereinstimmen mit den sehr seltenen vesuvischen Monticelliten, so ist an der Identität von Batrachit und Monticellit nicht mehr zu zweifeln; unter welchen Namen dem letztern die Priorität gebührt. Neben die Analyse von Rammelsberg I stelle ich zwei von mir ausgeführte Analysen II u. III, deren Material ich bereits 1862 schlug, als ich durch die Scharte den Monzonikamm überkletterte.

Monticellit aus dem Toal Rizzoni.

	I		II	III	Mittel	
Spec. Gew.	3,033		3,054			
Glühverlust	1,27		1,31			
Kieselsäure	38,49	Ox. = 20,53	38,35	38,15	38,25	Ox. = 20,40
Eisenoxydul	3,05	0,68	4,29	4,31	4,30	1,10
Kalk	36,21	10,35	34,76	34,75	34,75	9,93
Magnesia	22,25	8,90	23,15	22,94	23,05	9,22
	100,00		100,55	100,15	100,35	

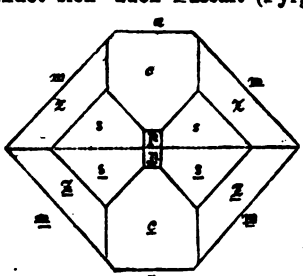
Digitized by Google

Es beträgt für Analyse I das Ox.-Verhältniss $RO : SiO_2 = 1 : 1{,}03$
» » » » II u. III das Ox.-Verhältniss » $= 1 : 1{,}007$
daraus die Formel $2CaO, SiO_2 + \left.\begin{matrix}MgO\\FeO\end{matrix}\right\} SiO_2$

Der Monticellit, bisher nur bekannt in den Auswürflingen des Vesuv's und am Monzoni, ist eines jener interessanten Mineralien, durch welche die in so vieler Hinsicht noch räthselhaften Contakterscheinungen an die vulkanischen Processe geknüpft werden.

An die hohe Thalmulde von Rizzoni reiht sich gegen West diejenige von Damasson. Diese halbtrichterförmigen, überaus steilen (30°) Gebirgsausschnitte werden durch scharfe Rücken getrennt. In Damasson beobachtete ich wellenförmig gewundene Marmorschichten (im Mittel h. 3 streichend, 80° gegen W. fallend), welche zwischen Syenit lagern. Ceylanit und Fassait sind an vielen Punkten dem Marmor eingewachsen. Unmittelbar auf der Grenze von Kalk und Syenit sah ich ein schönes Vorkommen von Fassait, Grossular, Vesuvian, umhüllt von bläulichgrauem Kalkspath. Der Vesuvian aus Damasson ist theils von gelber, theils von brauner Farbe, eine Combination der Formen: P, ∞P, ∞P∞ oP, ∞P2.

Der nächstliegende Cirkus ist Toal della foglia (das Laubthal). Dasselbe besteht vorzugsweise aus Syenit, doch reicht vom Monte Ricoletta her auch Diabas in das Hochthal hinein. Im Laubthal liegt die Hauptfundstätte des Ceylanit's und Brandisit's. Ein körniges Gemenge dieser Mineralien nebst Kalkspath, in Drusen und an seinen Grenzflächen schöne Krystalle umschliessend, bildet Syenit ein sphäroidisches, etwa 3 M. im Durchmesser haltendes Nest; vermuthlich eine metamorphosirte Kalkmasse. Die Oktaëder des Ceylanit's sind meist an den Ecken zugespitzt durch das Ikositetraëder 303. Durch Verwitterung geht die fast schwarze Farbe des Mineral's in Grün über. Das Muttergestein des Ceylanit's im Toal della foglia ist überaus hart und zähe. — Unfern des genannten Fundorts findet sich auch Fassait (Pyrgom) von besonderer Schönheit. Mit dem Namen Pyrgom bezeichnen die Mineraliensucher die Fassait-Zwillinge von nebenstehender Ausbildung[1]), eine Combination der Flächen:



s = (a′ : b : c), P
z = (∞a : ½b : c), (2P∞)
m = (a : b : ∞c), ∞P
a = (a : ∞b : ∞c), ∞P∞
c = (∞a : ∞b : c), oP.
p = (a′ : ∞b : c), P∞

Die Krystalle, 1 bis 3 Ctm. gross, aufgewachsen in Drusen eines

1) Die gestrichelten Linien bezeichnen einspringende Kanten.

Digitized by Google

derben licht graulichgrünen Fassaits, sind fast immer Zwillinge und in letzterem Falle stets aufgewachsen mit demjenigen Ende, an welchem die basischen Flächen $o\underline{o}$ einen einspringenden Winkel bilden würden. Zuweilen finden sich auf denselben Drusen auch zollgrosse rhombische Krystalle, welche gänzlich in ein Haufwerk kleiner Fassaite umgewandelt sind — Pseudomorphosen von Fassait nach Monticellit, wie die Untersuchung der Mineralfundstätte von Pesmeda lehren wird. Im T. della Foglia finden sich ferner Pseudomorphosen von Serpentin nach Ceylanit (in 5 Ctm. grossen Oktaëdern, s. v. Zepharovich, Min. Lex. S. 425), nach Fassait sowie nach Glimmer.

Die westlichste Thalschlucht, welche ihren Ursprung im Monzoni-Massiv nimmt, ist Pesmeda, deren hoher nördlicher Felscirkus die Palle rabiose heissen. Auf dem scharfen Joche der Palla verde (Augit-Syenit) stehend, überblickt man die hohe Thalmulde von Pesmeda, welche in der Tiefe durch eine zerbrochene Dolomitwand, die gegen Nord mit dem Sasso di Loch zusammenhängt, durchsetzt und abgeschlossen wird; es ist der Sasso della Rocca. Ich durchschritt von der Palla verde kommend, den obersten Theil von Pesmeda, und erstieg den scharfen Grath, welcher den genannten Thalcirkus von Damasson scheidet (T. d. Foglia dringt nicht so weit nach Norden vor). Hier sah ich eine jener veränderten, mit Contaktmineralien erfüllten Kalkmassen rings von Augit-Syenit umschlossen. Die metamorphische Lagerstätte stellt sich als ein Gemenge von Granat (derb und krystallisirt), Fassait, Ceylanit und blaugrauem grossblättrigem Kalkspath dar. Die erstgenannten drei Mineralien sind nicht selten zu sphärischen Zonen geordnet, deren Inneres Kalkspath einnimmt. So entstehen Aggregate, welche nicht nur durch gleiche Mineralien, sondern auch durch ihre Anordnung an manche Auswürflinge des Vesuv's erinnern. Die Grenze des Augit-Syenits ist ganz scharf; die losgerissene, umhüllte Kalkmasse im unmittelbaren Contakt in derben Granat verwandelt; auf der Gesteinsscheide liegen Titanite, deren Kalk wohl dem ursprünglich sedimentären Gestein entstammt, während die Kieselsäure durch das Eruptivgestein, die Titansäure speciell aus dem titanhaltigen Magneteisen des Augit-Syenit's geliefert wurde. Trotz ihrer Metamorphose lässt die Kalkscholle noch Spuren von Schichtung erkennen. Ich folgte nun abwärts dem schmalen Felsengrath, welcher zuoberst Pesmeda von Damasson, weiter hinab das erstgenannte Thal von Foglia trennt. Jener Felsenkamm entblösst mehrere rings von Augit-Syenit umschlossene Mineralfundstätten, umgewandelte Kalkschollen oder -nester, wie sie in grosser Zahl über das Südgehänge des Monzon's verbreitet sind. Wo der Felsengrath in einer Höhe von 2300 M. altanartig endet und plötzlich zur Tiefe stürzt, liegt die Fundstätte jener merkwürdigen Mineralgebilde, welche seit mehr als 20 Jahren bekannt und in den Sammlungen verbreitet, bisher nicht die richtige

Digitized by Google

Deutung gefunden haben, welche freilich erst durch neuere Auffindungen möglich wurde. Es sind Drusen, in denen kleine Fassaite in regelloser Gruppirung grosse Krystalle zusammensetzen (s. Fig.), deren Formen nicht ganz sicher, wegen Unregelmässigkeit der Flächen, zu erkennen waren und deshalb, wenngleich mit einiger Unsicherheit gleichfalls als Fassaite gedeutet wurden. Sehr anschaulich werden diese Pseudomorphosen in dem verdienstvollen Werk die Mineralien Tyrols von Liebener und Vorhauser, 1852 geschildert S. 241: »Ganz eigenthümliche, bis 3 Zoll im Durchmesser haltende Krystalle nach Fassait, zusammengesetzt aus ganz kleinen, selten eine Linie breiten, oft unverhältnissmässig in die Länge gezogenen, ebenfalls nach Fassait krystallisirten Serpentin-Pseudomorphosen. Eine deutliche Vorstellung dieser in jeder Hinsicht höchst merkwürdigen Krystalle kann man sich dadurch machen, wenn man annimmt, es wäre mit den kleineren Krystallen ein Teig gemacht, dieser dünn und glatt gewalzt, dann zusammengerollt und daraus die grossen Krystalle mit einem schneidigen Werkzeug geschnitzelt worden; denn es lassen sich die einzelnen Blätter des aufgerollten und zur Bildung der Krystallflächen durchschnittenen Teiges an vielen derselben und selbst an der derben Masse deutlich wahrnehmen. Die kleineren Krystalle, die an der Oberfläche oder in den nicht selten vorkommenden Hohlräumen der grossen sitzen, erscheinen vollständig ausgebildet, lagenweise gelegt und oft fest zusammengepresst; so dass wenn einer mit seiner Länge über eine Kante der grösseren Krystalle hätte vorstehen sollen, er um diese umgebogen ist. Die Oberfläche ist daher rauh; aber die Krystallwinkel und Kanten vollkommen regelrecht.«

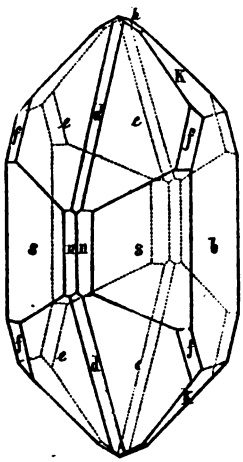
Diese Pseudomorphosen erreichen zuweilen eine ausserordentliche Grösse: im Ferdinandeum zu Innspruck sah ich (1862) einen solchen pseudomorphen Riesenkrystall von etwa 12 Ctm. Grösse, dessen Oberfläche rauh und löcherig ein Aggregat aus zahllosen kleinen frischen Fassaiten erkennen liess, während das Innere theilweise hohl war.

Die Pesmeda-Fundstätte hat ausser den oben erwähnten aus kleinen Fassaiten aufgebauten Krystallen auch andere von identischer Form geliefert, welche aus Serpentin bestehen. Diese letzteren Gebilde sind im Jahre 1873 in grösserer Vollkommenheit vorgekommen als früher; auch haben sich an beiden Enden ausgebildete Krystalle gefunden, welche sogleich erkennen liessen, dass ihre Form mit derjenigen des Augit's unvereinbar ist. Diese Serpentin-Pseudomorphosen werden zunächst den Gegenstand unserer Untersuchung

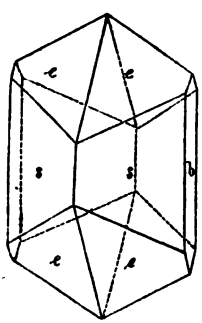
Digitized by Google

bilden; an dieselben werden sich jene räthselhaften Gebilde reihen, welche den Fassait in einer ihm fremden Krystallform darbieten.

Das Muttergestein in den Serpentin-Pseudomorphosen ist ein Gemenge von schwärzlichgrünem Spinell, welcher zum grossen Theil bereits in Serpentin umgeändert ist, von lichtgrünem Fassait und Kalkspath, welcher in den Drusen auch zierlich in spitzen Formen krystallisirt erscheint. Die neuen Krystalle, welche eine Grösse bis 5 Ctm. erreichen, gehören dem rhombischen Systeme an und stehen der Form des Olivin's nahe. Aus ihrer chemischen Zusammensetzung wurde die Ueberzeugung gewonnen, dass sie ehmals Monticellit (Batrachit) waren, welchen wir in seinem derben Vorkommen im Toal dei Rizzoni kennen lernten.



Die Combination der Monticellitkrystalle ist gewöhnlich einfach (s. Fig.); die grösseren sind oft flächenreicher. An denselben wurden beobachtet: zwei Pyramiden, zwei Prismen, zwei Brachydomen, ein Makrodoma und das Brachypinakoid (s. Fig.). Wählen wir zur Grundform die Pyramide f, wie es auch in meiner Mittheilung über den Monticellit vom Vesuv (s. Poggendorff's Ann. Ergänzgsbd. V, S. 434) geschehen, so erhalten wir folgende Formeln:

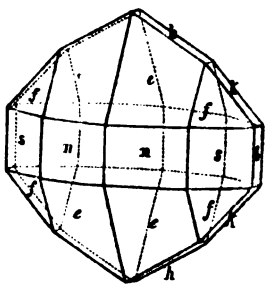


$f = (a:b:c)$, P
$e = (a:2b:c)$, $\breve{P}2$
$s = (a:b:\infty c)$, ∞P
$n = (a:\frac{1}{2}b:\infty c)$, $\infty\breve{P}2$
$k = (\infty a:b:c)$, $\breve{P}\infty$
$h = (\infty a:2b:c)$, $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$
$b = (\infty a:b:\infty c)$, $\infty\breve{P}\infty$

Trotz der Aehnlichkeit der Formen mit denjenigen des Olivin's, konnte doch sogleich eine wesentliche Verschiedenheit in den Winkeln der Prismenzone nachgewiesen werden. Die matte Oberfläche der Krystalle hinderte zwar eine unmittelbare Messung am Reflexionsgoniometer; doch wurde mittelst vielfach wiederholter Messungen durch aufgelegte Glastäfelchen die brachydiagonale Endkante des Prismas $s:s'$ gemessen $= 98°$, während dieselbe beim Olivin 94° 3′

Digitized by Google

beträgt. Dieser Unterschied ist so bedeutend, dass man ihn sogleich auch mit dem Anlegegoniometer wahrnehmen kann. Weniger bedeutende Differenzen stellen sich in den Werthen der Kanten e:e' oder h:h' heraus. Nachdem nun die chemische Analyse dieser veränderten Krystalle zwar im Allgemeinen die Zusammensetzung des Serpentin's, doch neben der Magnesia und dem Eisenoxydul einen ansehnlichen konstanten Gehalt an Kalkerde nachwies, wurde ich darauf geführt, die Formen dieser merkwürdigen Krystalle mit derjenigen des Monticellit's vom Vesuv zu vergleichen, welchen ich früher (s. Pogg. Ann. a. a. O.) beschrieben habe. Es zeigte sich nun alsbald, dass die an dem Krystalle vom Monzoni auftretenden Flächen genau dieselben sind, wie diejenigen des vesuvischen Monticellits (s. Fig.) und dass die Winkel beider Vorkommnisse so genau übereinstimmen, wie es nur die Messungen der matten Monzoni-Krystalle nachzuweisen gestatten. Mit Hülfe feiner Deckgläschen wurden folgende Kanten an den Krystallen des Monzoni gemessen:



s:s' (brachydiagonal) = 98°; Monticellit vom Vesuv = 98° 7½'
s:b = 131°; „ „ „ = 130° 56¼'

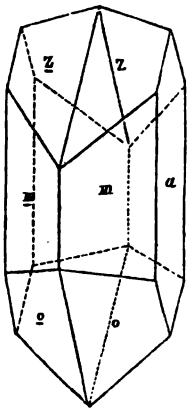
Dieselbe Uebereinstimmung ergab sich auch für alle übrigen Kanten, so dass wir den Krystallen vom Monzoni dieselben Axen zu Grunde legen können wie jenem Monticellit vom Vesuv:

a (Brachyaxe): b (Makroaxe): c (Verticalaxe) = 0,867378 : 1 : 1,15138.

Aus denselben berechnen sich folgende Winkel:

n:n' = 133° 6½' (brachydiag.)	e:e' = 141° 47' (brachydiag.)
s:s' = 98 7½ (brachydiag.)	e:e' = 82 0 (makrodiag.)
n:s = 162 30½	e:n = 145 21
n:b = 113 26¾	f:f = 110 43½ (brachydiag.)
s:b = 130 56¼	f:f = 97 55½ (makrodiag.)
d:d = 73 59	f:s = 150 21¼
h:h = 120 8½	e:s = 141 41
k:k = 81 57 (in Axe c)	e:k = 128 19

Digitized by Google



Wie bereits oben angedeutet, wurden unsere Krystalle früher, als man nur unvollkommene und nur an Einem Ende ausgebildete Exemplare kannte, für Fassaitzwillinge gehalten. Um die Aehnlichkeit resp. Verschiedenheit beider Mineralien zu übersehen, habe ich in nebenstehender Fig. einen der mit den Monticellitkrystallen vorkommenden aufgewachsenen, meist nur mit dem oberen Ende frei ausgebildeten Fassaitzwilling in derjenigen Stellung gezeichnet, in welcher eine gewisse Vergleichbarkeit mit unseren Krystallen hervortritt. Es wurde zu dem Zwecke der Zwillingsebene die Stellung einer Längsfläche (Axenebene a c) gegeben. Der Krystall ist eine Combination von

$m = (a : b : \infty c)$, ∞P
$o = (\frac{1}{2}a' : \frac{1}{2}b : c)$, $2P$
$z = (\infty a : \frac{1}{2}b : c)$, $(2P\infty)$
$a = (a : \infty b : \infty c)$, $\infty P\infty$

Die Winkel des Fassait- resp. Augitzwillings betragen

$m : \underline{m} = 92^0\,5'$ $z : z = 82^0\,42'$ $z : \underline{z} = 159^0\,14'$

Während also die flächenarmen Monticellite eine gewisse Aehnlichkeit mit dem oberen Ende eines Fassaitzwillings darbieten, verschwindet dieselbe alsbald bei den flächenreicheren Krystallen oder bei denjenigen, welche an beiden Enden ausgebildet sind.

Die Härte der Monticellitkrystalle ist nur gering, gleich derjenigen des Serpentins. Die Farbe lichtbräunlich, gelblich, zuweilen weiss. Die Oberfläche ist bisweilen mit einer dünnen Haut von kohlensaurem Kalk bedeckt. Betrachtet man das Innere der Krystalle mit der Lupe, so bietet sich nicht selten ein feinkörniges Gemenge dar, indem durchscheinende, härtere, grünliche oder bräunliche Körnchen von einer weissen, weicheren Substanz umschlossen werden. Man erhält den Eindruck einer noch nicht ganz vollendeten, fortschreitenden Umwandlung. Diese Wahrnehmung wird nun durch die mikroskopische Betrachtung bestätigt und in interessantester Weise erweitert. Die beiden Figuren der Tafel II geben ein mikroskopisches Bild einer dünn geschliffenen Platte, Fig. 1 bei einer Vergrösserung von 70, Fig. 2 von 220. Bei geringerer Vergrösserung stellt sich eine gelblich-weisse, zerklüftete unreine Masse dar, welche von zahlreichen, theils gradlinigen, theils gebogenen, zuweilen netzförmig verzweigten grünen Adern durchzogen wird. Bei stärkerer Vergrösserung erscheint die Grundmasse als ein höchst feinkörniges Aggregat, welches bei Anwendung von polarisirtem

Digitized by Google

Lichte durchaus Farben giebt und sich als krystallinisch erweist. Schon bei schwächerer, noch weit deutlicher indess bei stärkerer Vergrösserung bemerken wir, dass jene grünen Adern aus kleinen Kugeln bestehen, welche vereinzelt, an einander gereiht oder zu Haufen vereinigt auftreten. Während die gelbe Hauptmasse als ein eisenarmer Serpentin zu betrachten ist, gehören jene grünen Kränze und Bänder einer eisenreichen Verbindung an. Die Gesteinsmasse wird von zahllosen verlängerten Gebilden, ausgezeichnet durch ihre Querfaserung durchsetzt. Es sind Trennungen, Zerspaltungen des Steins, deren Ränder die dargestellte, überaus zierliche Fransung oder Faserbildung zeigen. Meist sind diese Faserspalten geradlinig, zuweilen gekrümmt, oft ziehen mehrere parallel; sehr häufig bemerkt man von einer Mittellinie mehrere Querstreifen sich abzweigen. Der Zusammenhang der gefaserten Spalten mit den grünen Kränzen ist vielfach auf das Deutlichste wahrzunehmen. Erst tritt die grüne eisenreiche Serpentinmasse in vereinzelten Körnchen auf, welche sich in andern perlschnurähnlich an einander reihen, um endlich zusammenhängende Stränge und Haufen zu bilden. In dem Maasse als die grüne Substanz in den Spalten zunimmt, verschwindet die Querfaserung. Ausser dem lichtgelben und dem in Adern eindringenden grünen Serpentin bemerkt man in den Bildern auch einzelne krystallinische Körner, bald von gerundetem, bald von polygonalem Umriss, offenbar noch unveränderter Monticellit. Diese Körner haben ein feinpunktirtes Ansehen, an Olivin erinnernd, sie sind häufig zerklüftet und zeigen theils im Innern, theils an ihrer Peripherie die Bildung jener grünen Substanz.

Das mikroskopische Bild des aus Monticellit entstandenen und in dessen Formen auftretenden Serpentins entspricht fast genau der Serpentinbildung aus Olivin, wie dieselbe durch Hrn. Prof. Rosenbusch (Mikroskop. Physiographie der Mineralien S. 371) vortrefflich dargestellt wurde. — Das spec. Gew. der veränderten Monticellitkrystalle = 2,617 (bei 20° C.). Spec. Gew. des Monticellits vom Vesuv = 3,119—3,245; des derben Monticellits (Batrachits) vom Monzoni, aus dem Toal dei Rizzoni, nach Breithaupt = 3,033; nach meiner Wägung 3,054. Ich führte drei Analysen mit Krystallbruchstücken verschiedener Drusen aus. Das zur Untersuchung verwandte Mineral war frei von kohlensaurem Kalk.

Umgewandelter Monticellit von Pesmeda, Monzoni.

	I	II	III
Kieselsäure	39,51	41,31	39,67
Thonerde	0,81	1,34	1,99
Eisenoxydul	6,79	5,73	6,08
Kalk	6,25	6,47	6,59
Magnesia	nicht best.	33,08	34,42
Wasser	11,87	12,35	12,36
		100,28	101,11

Digitized by Google

Die vorstehenden Analysen beweisen, dass die Zusammensetzung verschiedener Krystalle derselben Fundstätte etwas verschieden ist: wie begreiflich bei einer Substanz, deren Umwandlung noch nicht ganz beendet ist. Der ansehnliche Kalkgehalt unterscheidet unsere Pseudomorphosen von allen bisher untersuchten Serpentinen und beweist — auch abgesehen von der obigen krystallographischen Bestimmung, dass das ursprüngliche Mineral kein normaler Olivin könne gewesen sein. Es würde unter dieser Voraussetzung der ansehnliche Kalkgehalt unerklärlich sein. Die chemischen Veränderungen, deren Resultate in unsern pseudomorphen Krystallen vorliegen, ergeben sich bei einer Vergleichung der oben gegebenen Zahlen mit der Zusammensetzung des derben Monticellits (Batrachits) aus Toal Rizzoni s. Seite 27.

Die Umänderung bestand demnach vorzugsweise in der Ausscheidung des Kalks und dem Eintritt von Wasser. Der Kalk schied sich unzweifelhaft als Carbonat aus. Wir finden ihn theils als krystallinische Rinden auf den pseudomorphen Krystallen, theils in unmittelbarer Nähe auf denselben Drusen.

Die Krystalle von Pesmeda bieten eine interessante Analogie zu den berühmten Olivin-Pseudomorphosen von Snarum, welche eine so wichtige Rolle in der Geschichte der Wissenschaft gespielt haben. Unveränderte Monticellit-Krystalle sind bisher am Monzoni noch nicht gefunden worden, doch wird es bei genauerer Durchforschung der Fundstätte des Batrachits wohl gelingen, deutliche Krystalle zu entdecken; sie werden die Formen der Pseudomorphosen von Pesmeda besitzen. Was ich von Umrissen der in körnigem Kalke eingewachsenen gelben Batrachitkörner bisher wahrnehmen konnte, stimmt recht wohl mit jenen Formen überein.

Während die Serpentinbildung aus Monticellit sich andern bereits bekannten Bildungsweisen des Serpentins anreiht, bietet uns dieselbe Fundstätte auf der Pesmeda-Alpe jene noch weit überraschendere Thatsache dar, dass grosse Krystalle, welche auf das Deutlichste die Monticellitform zeigen, gänzlich in ein Aggregat kleiner Fassaite umgewandelt sind. Diese Umänderung, welche Liebener und Vorhauser bereits so treffend schilderten (s. oben S. 30), findet sich nicht nur auf derselben Fundstätte wie die Serpentin-Pseudomorphosen; ihre Spur ist sogar in denselben Drusen wahrnehmbar.

Die Umänderung des Monticellits in Fassait liegt mir in zahlreichen Handstücken vor. Eine etwa 20 Centim. grosse Stufe unserer Universitätssammlung besteht fast gänzlich aus Fassait, eine Druse bildend, welche ursprünglich wohl theilweise oder gänzlich mit Kalkspath erfüllt war. Der Fassait erscheint hier in zweifacher Ausbildung, zunächst in selbstständigen 10—30 Mm. grossen Krystallen, ausschliesslich Zwillingen, an denen man fast nur das durch

Digitized by Google

die Flächen z gebildete Ende wahrnimmt. Ausser diesen grossen Krystallen sind kleine, nur 1—3 Mm. messende Fassaite vorhanden; es sind vorzugsweise einfache Individuen, umschlossen von den Flächen m und o. Diese kleinen, bisweilen gerstenkornähnlichen Fassaite bilden theils deutliche bis 3 Centim. grosse Pseudomorphosen nach Monticellit, theils durchbrochene Hohlformen, ruinenähnliche Gestalten, in denen man, einmal darauf aufmerksam, leicht die Monticellitform wiedererkennt. — In anderen Drusen fehlen die selbstständigen grossen Fassaite, sie bestehen ausschliesslich aus Pseudomorphosen von Fassait nach grossen Monticelliten. In einer Druse beträgt ihre Grösse 5 Centim. Die Form dieser in Fassait umgewandelten Monticellite ist trotz der durch die vorragenden kleinen neugebildeten Krystalle bedingten Rauhheit der Flächen deutlich erkennbar, eine Combination von $e = \overline{P}2$, $s = \infty P$ und, mehr untergeordnet, $b = \infty \breve{P}\infty$, $k = \breve{P}\infty$. Die Fig. Seite 34 versucht, die seltsame Oberfläche dieser Krystalle darzustellen, welche aus einem regellosen Aggregat kleiner Fassaite bestehen. Durchbricht man diese seltsamen pseudomorphen Krystalle, so bemerkt man, dass sie eine schalen- oder rindenähnliche Zusammensetzung haben. Es sind kluftähnliche Hohlräume vorhanden, welche annähernd den äusseren Contouren des grossen ursprünglichen Monticellits parallel gehen. Der Kern dieser Pseudomorphosen besteht häufig aus Serpentin, welcher auch vielfach das Fassaitaggregat durchdringt. Zuweilen stellt das Innere der Krystalle eine mit körnigem Kalk erfüllte kleine Druse dar. Monticellit war in all diesen Drusen die älteste Bildung, später bildete sich Fassait theils in grossen selbstständigen Krystallen, theils in den Formen des Monticellits. Die Fassaite sind ganz frisch in und neben den umgewandelten und ruinenartig zerstörten Monticelliten. Offenbar liegen hier an derselben Fundstätte zwei Erscheinungen verschiedener Art vor. Die Bildung des Serpentins ist ein allmälig fortschreitender durch Verwitterung und Wasseraufnahme bedingter Prozess. Den Augit (Fassait) aber kennen wir nicht auf Lagerstätten, welche die Annahme einer sekundären Bildung auf nassem Wege gestatten. Die Zusammnnsetzung des in der Form des Monticellit's auftretenden Fassait's lehrt folgende Analyse:

Spec. Gew. 2,960 (bei 18° C.)

Kieselsäure	47,69
Thonerde	7,01
Eisenoxydul	3,62
Kalk	24,57
Magnesia	16,10
Glühverlust	1,05
	99,94

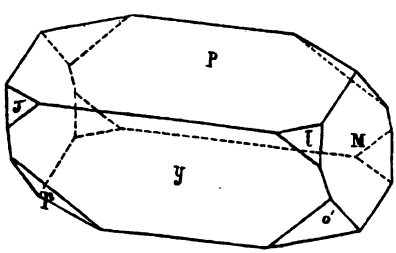
Digitized by Google

Dieser Fassait stimmt demnach am nächsten überein mit demjenigen aus dem Zillerthal, für welchen Barthe (s. Dana, Mineralogy) folgende Zusammensetzung fand:

Kieselsäure 48,47. Thonerde 8,22. Eisenoxydul 4,30.
Kalk 21,96. Magnesia 15,59. Glühverlust 0,73.

Eine gewisse Aehnlichkeit der chemischen Zusammensetzung des Monticellits und des Fassaits ist unverkennbar: beide sind wesentlich Silicate der Magnesia und des Kalks, jener ein Halbsilicat, der Fassait ein normales Silicat. Das Vorkommen des Anorthits auf der Pesmeda-Alp sowie im Toal Rizzoni verdient insofern ein besonderes Interesse, als dies Mineral in ausgebildeten Krystallen früher[1]) in den Alpen noch nicht beobachtet wurde; auch sein Auftreten in Contact-Lagerstätten bisher nur auf wenige Punkte beschränkt war (z. B. als sogen. Amphodelit zu Lojo in Finland). Der Anorthit findet sich theils in demselben kleinen Schurfe, welcher die Monticellitkrystalle liefert, theils, und zwar in noch ausgezeichneterer Weise, wenige hundert Meter weiter gegen Norden, auf demselben, die Schluchten Pesmeda und della Foja trennenden, schmalen Kamme.

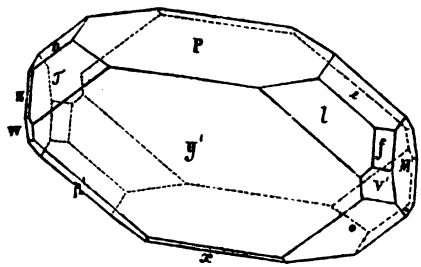
Der Anorthit von Pesmeda besitzt ein ungewöhnliches Ansehen, sodass, da zudem die Flächen matt und die Krystalle stets mehr oder weniger verwittert sind, die krystallographische Bestimmung einige Schwierigkeit bot, und erst gelang, nachdem durch die Analyse die Mischung als Anorthit nachgewiesen worden war. Die Krystalle, welche 20 bis 25 Mm. Grösse erreichen, bilden gewöhnlich rhomboïdische Prismen durch Vorherrschen der Flächen P und y. Meist sieht man nur das eine Ende dieser rhomboïdischen Prismen, indem sie mit dem andern, einer Fläche M, aufgewachsen sind. Die am Anorthit von Pesmeda (s. Figg.) beobachteten Flächen sind die folgenden:



P = (∞a : ∞b : c); 0P
h = (a : ∞b : ∞c); ∞P̄∞
M = (∞a : b : ∞c); ∞P̆∞
t = (a : ∞b : 2c); 2'P̄'∞
x = (a' : ∞b : c); P̄∞
y = (a' : ∞b : 2c); 2'P̄,∞
e = (∞a : b : 2c); 2P̆∞
n = (∞a : b' : 2c); 2'P̆,∞

1) Es wurde bereits oben erwähnt, dass vor Kurzem Professor Tschermak Krystalle aus dem Toal dei Rizzoni, welche man bisher für Labrador hielt, als Anorthit erkannte (s. S. 111).

Digitized by Google



$l = (a:b:\infty c)$; $\infty P'$
$T = (a:b':\infty c)$; $\infty' P$
$f = (a:\frac{1}{3}b:\infty c)$; $\infty \breve{P}'3$
$z = (a:\frac{1}{3}b':\infty c)$: $\infty' \breve{P}3$
$p = (a':b:c)$; $'P$
$o = (a:b:c)$; P
$w = (2a':b:4c)$; $4\breve{P}2$
$v = (2a':b':4c)$; $4\breve{P},2$

Viele Krystalle bieten nur die Combination P, y, M, l, T, p, o dar (s. Fig.), und erinnern, mit einem Ende der Makroaxe aufgewachsen und mit verwitterter Oberfläche, gar nicht an Anorthit. Die Erkennung der Krystalle wurde auch dadurch sehr erschwert, dass in Folge beginnender Verwitterung die Spaltbarkeit wenig deutlich hervortritt. Es wurden an den Anorthiten von Pesmeda durch aufgelegte Glastäfelchen etwa hundert annähernde Messungen ausgeführt. Mit Hülfe derselben wurden jene oben angegebenen Flächen bestimmt. Die Unvollkommenheiten dieser Messungen und der Flächenbildung gestatteten indess keinen Schluss in Bezug auf etwaige Winkel-Eigenthümlichkeiten dieses Anorthit-Vorkommens. Deutliche Zwillinge habe ich an diesen Anorthiten nicht wahrgenommen, wohl aber an mehreren Krystallen eine durch eine Streifung auf der Fläche M ähnlich gewissen Zwillingen des Anorthits vom Vesuv nach vorn steiler abwärts neigend als die Kante P:M — angedeutete polysynthetische Zusammensetzung erkannt. — Es wurden zwei Analysen des Minerals von Pesmeda ausgeführt:

I ist ein lichtfleischrother, im Innern mit Bezug auf Härte und Spaltbarkeit noch ziemlich frisch erscheinender Anorthit, welcher von Chabasit, als sekundärer Bildung, begleitet ist.

II ist ein weisser, augenscheinlich schon sehr in der Verwitterung vorgeschrittener Anorthit.

	I.	II.
Spec. Gew.	2,686	2,812
Kieselsäure	41,18	40,17
Thonerde	35,55	33,51
Kalk	19,65	21.56
Wasser	2,77	4,66
	99,15	99,90

Auf Nachweis oder Bestimmung des Natrons war die Untersuchung nicht gerichtet.

Digitized by Google

Reduciren wir beide Analysen auf 100, nachdem wir das Wasser in Abzug gebracht, so ergiebt sich:

	I.		II.	
Kieselsäure	42,73	Ox. = 22,79	42,18	Ox. = 22,49
Thonerde	36,88	17.22	35,18	16,43
Kalk	20.39	5,83	22,64	6,47
	100,00		100,00	

bei I ist die Sauerstoffproportion = 1,015 : 3 : 3,970
» II » » » = 1,181 : 3 : 4,106

Der Anorthit I stimmt demnach trotz der durch den Wassergehalt sich verrathenden bereits begonnenen Verwitterung noch sehr nahe mit der normalen durch die Formel $CaO, Al_2O_3, 2SiO_2$ erheischten Mischung Kieselsäure 43,04. Thonerde 36,87. Kalk 20,09.

Die Fundstätte der pseudomorphen Monticellite ist eine nur wenige Klafter ausgedehnte Partie umgeänderten und mit Contaktmineralien erfüllten Kalksteins, welche — soweit ich erkennen konnte — rings von Augit-Syenit umschlossen wird. Das Eruptivgestein ist an der sehr scharf bezeichneten Grenze von ungewöhnlicher Ausbildung: in einem kleinkörnigen Gemenge von Orthoklas. Plagioklas, Augit, Serpentin, Magnesiaglimmer und sehr vielem Eisenkies liegen zollgrosse Orthoklase, Carlsbader Zwillinge. Die Kalkscholle ist zum grossen Theil in Silicate verwandelt, deren lagen- und streifenweise Anordnung die ursprüngliche Schichtung des Kalks anzudeuten scheint. Die Contaktaggregate sind oft von grosser Schönheit und Farbenreichthum: um bläulichweissen Kalkspath bildet der grüne Fassait zonenähnliche Hüllen; es treten hinzu mit ihren lebhaften Farben Granate und Spinelle. Der Pesmeda-Fundstätte entnahm ich eine Monticellit-Pseudomorphose, welche zum grössten Theil in ein Aggregat von schwärzlichgrünem Ceylanit verwandelt ist.

Die Pesmeda-Fundstätte bietet uns demnach recht verschiedenartige pseudomorphe Bildungen dar: Pseudomorphosen von Serpentin nach Monticellit, und solche von kleinen Fassaiten in der Form des Monticellits. Diese Fassaite sind zuweilen frisch, meist aber sind auch sie der Umwandlung in Serpentin theilweise oder ganz verfallen. Auch die Ceylanite desselben Fundorts ändern sich — wie schon Liebener und Vorhauser erwähnen — in Serpentin um; und wahrscheinlich rührt jene Pseudomorphose, welche Sillem anführte (N. Jahrb. f. Min. 1852, S. 525; Blum, Pseudomorphosen III. Nachtr. S. 276): Oktaëder von Ceylanit, »vollständig umgeändert in Fassait« gleichfalls von Pesmeda her. — Während die pseudomorphe Bildung des Fassaits fast ohne irgend welche Analogie dasteht, durch welche sie erklärt werden könnte, ist die Serpentinisirung ganzer Mineralaggregate und Lagerstätten eine bereits mehrfach und in ausgezeichnetster Weise in neuester Zeit

Digitized by Google

durch J. D. Dana beobachtete Erscheinung. Auf der Eisenlagerstätte von Tilly Foster, Putnam Co., New-York (einem zwischen Straten von synitischem Gneiss eingeschaltetem Magneteisenlager) sind die verschiedenen Gangmineralien: Chondrodit (Humit), Enstatit, Hornblende, Biotit, Dolomit, Brucit u. a. in Serpentin umgewandelt (s. Dana, On Serpentin pseudomorphs, Amer. Journ. Vol. VIII. 1874). Auf der Gesteinsgrenze des Monzon-Massiv's erkennen wir neben der Bildung des Marmors und der Contaktmineralien (Fassait, Granat, Vesuvian, Gehlenit, Spinell, Monticellit u. a.) an vielen Stellen eine Serpentinisirung der gesammten Grenzen. Nicht nur die Contaktmineralien sind in Serpentin verwandelt, sondern auch der Kalkstein ist von Serpentinmassen durchdrungen, wie wir es an der Fassaitfundstätte am nördlichen Gehänge fanden. Wir werden kaum irren in der Annahme, dass auf jenen Gesteinsgrenzen in einer früheren geologischen Epoche Magnesia-haltige warme Quellen aufstiegen, welche die angedeuteten Umwandlungen bewirkten. Diese beginnende, mehr oder weniger fortgeschrittene oder vollendete Serpentinbildung auf den Contaktlagerstätten ist auch die Ursache, weshalb die Monzon-Mineralien selten nur jenen das Auge erfreuenden Glanz besitzen, in welchem uns die Gebilde anderer Lagerstätten der Alpen z. B. von Niedersulzbach, Pfitsch, Pfunders, Gotthard, Campolungo, Binnen u. s. w. entgegenleuchten.

Beim Hinabstieg vom hohen Felsgrath Pesmeda zur Thaltiefe sah ich einen 3 M. mächtigen, senkrecht stehenden, von Südost nach Nordwest streichenden Diabasgang im Marmor. Das Eruptivgestein war zum Theil ausgebrochen, so dass der Pfad durch die Lücke führte. Bemerkenswerth erschien es mir, dass das Saalband des Ganges, welches noch am Marmor haftet, aus einer dünnen Lage von Magneteisen besteht.

Anmerkung. Von den Herren Voigt und Hochgesang in Göttingen sind Dünnschliffe der in dieser Arbeit beschriebenen Monzoni-Gesteine zu beziehen.

Dr. Gurlt machte Mittheilung von der Auffindung von Pflanzenresten, welche der Species *Neuropteris* und *Cyclopteris* angehören, in dem Thonschiefer des Grauwackengebirges bei Tergove in der ehemaligen kroatischen Militärgrenze. Diese Pflanzen gehören unzweifelhaft der Steinkohlen-Flora an und es wird durch sie das Alter dieses, weit in die Türkei fortsetzenden, durch seinen Reichthum an Erzen von Eisen, Blei und Kupfer ausgezeichneten Gebirges, als der älteren Kohlenformation oder dem Culm entsprechend, festgestellt. Es ist so ein Verbindungsglied zwischen der geologischen Kenntniss der österreichisch-ungarischen Monarchie und der fast noch unerforschten Hämus-Halbinsel gegeben, an welches bei weiterer Forschung angeknüpft werden kann.

Digitized by Google

Die Flora des Saargebietes mit einleitenden topographischen und geognostischen Bemerkungen

von

Ferdinand Winter
in Gerolstein in der Eifel.

Die nachfolgende Arbeit ist das Ergebniss langjähriger Forschungen, welche ich während meines Aufenthaltes in Saarbrücken und Merzig zur Kenntniss der daselbst auftretenden Pflanzenarten gemacht habe. Ehe ich jedoch das Resultat meiner Beobachtungen weiter ausführe, halte ich es für nützlich, eine allgemeine topographische und geognostische Beschreibung dieser Gegend mitzutheilen, um dadurch die Abhängigkeit unserer Flora von den physikalischen Verhältnissen des Bodens klarer hervortreten zu lassen.

Das untere Saargebiet, dem ich ausschliesslich meine Aufmerksamkeit gewidmet, bildet den südwestlichen Theil der preussischen Rheinlande, hat einen Flächenraum von ungefähr 25 □Meilen und in Bezug auf die geologische Beschaffenheit des Bodens eine sehr verschiedenartige Zusammensetzung.

Tief eingeschnittene Flussthäler, oft mit steilen, senkrechten Felswänden als Ufer, zu ihren beiden Seiten die kleinen Nebenbäche von der Höhe in tiefen, bisweilen unpassirbaren Schluchten niedersteigend, oben auf der Höhe wellenförmiges oder ganz ebenes Land, schöne fruchtbare Wiesen in den Haupt- und Seitenthälern — das ist in kurzem seiner Oberflächenbeschaffenheit nach der Charakter unseres Gebietes.

Alle Thäler und Schluchten, alle Niederungen und Gebirge sind oft mit üppig wucherndem Gebüsch und Hoch-

Digitized by Google

waldungen bewachsen. Der grösste und zugleich der einzige schiffbare Fluss unserer ganzen Gegend ist die Saar mit ihren oft wilden und romantischen Ufern, welche am Fusse der Vogesen im Lothringischen entspringt und sich unweit Conz in die Mosel ergiesst, nächst der Saar, aber an Grösse und Bedeutung derselben weit nachstehend, finden sich hier noch die Blies mit ihren besonders nach der Mündung hin schönen Landschaften, die Nied und endlich die Prims, welche sich beide zwischen Merzig und Saarlouis mit der Saar vereinigen.

Das Gebiet der Saar besitzt nun in geologischer Beziehung einen Boden, der sich unter dem Einflusse eines milden Klima's für Weinbau, Mais und Weizenkultur ganz vorzüglich eignet und sich ausserdem durch eine grosse Anzahl seltener und interessänter Pflanzen auszeichnet, wie sie selten eine Gegend von ähnlichem Umfange zu ernähren und aufzuweisen im Stande ist.

Die Gebirge, welche das Gebiet nach allen Richtungen hin durchziehen, an einzelnen Punkten aber kaum die Höhe der obern montanen Region erreichen, sind überall vorherrschend mit Laubholzwaldungen geschmückt und haben, wie schon angedeutet, je nach Beschaffenheit der Lage und des Bodens eine verschiedenartige Zusammensetzung. Nach der gebräuchlichen Eintheilung der Gebirgsformationen können wir auch bei uns vom Aeltern zum Jüngern fortschreitend, die folgenden Glieder unterscheiden:

1. Uebergangsformation.

Durch Grauwackensandstein (= Devonsandstein), Quarzit, Thonschiefer und Dachschiefer ausgezeichnet, welche hauptsächlich in den nördlichen Theilen des Gebietes bei Mettlach, Serrig, Saarburg, Wiltingen und Niederleuken auftreten. In dieser Formation findet man ausserdem Lager von Diorit oder Grünstein und zwar bei Saarburg und im Tunnel bei Mettlach.

Soweit diese Formation unser Gebiet durchschneidet, bildet sie ein von Seitenthälern oft unterbrochenes, etwa drei Meilen langes Gebirge, durch welches sich der Saar-

Digitized by Google

fluss der ganzen Länge nach in vielfach veränderten Krümmungen hindurchwindet.

Zu beiden Seiten der von schroffen Felswänden gebildeten Saarufer erheben sich steile, meist unzugängliche, mit prächtigen Waldungen bedeckte, 1000 bis 1200 Fuss hohe Berge, deren lange Rücken und Abhänge fast überall mit hochaufgethürmten Felsmassen bedeckt sind, welche sich oft als überhängende Felsblöcke bis an die Flussufer hinziehen und in noch unregelmässigere Gesteinsmassen da und dort sich dem Laufe der Flüsschen und Bäche entgegenstemmen und die schluchtartigen Engthäler in gewissen Zwischenräumen zu versperren drohen.

Inmitten der so eben skizzirten Gegend liegen ringsum von Bergen eingeschlossen die Orte Mettlach und Keuchingen, von wo aus verschiedene allmählich ansteigende Bergpfade auf die Höhen des Montclair und der gegenüberliegenden Höhenzüge der Cloef führen. Sehr schön ist, namentlich im Sommer, ein Blick von diesen herab auf die freundliche Landschaft, in das zu Füssen liegende romantische, an vielen Stellen von pittoresken Felsen eingeengte Thal, worin oft wild und tosend, oft still und ruhig der Fluss seinen Weg sich sucht: — oder ein Blick in die Ferne, wo in klaren Umrissen die Gebirgszüge des Muschelkalks und des bunten Sandsteins liegen. Nicht leicht dürfte besonders in Beziehung auf die verschiedenartige Gestaltung der Gesteinsmassen ein interessanteres und mannigfaltiger zusammengesetztes Gebiet sich finden, als diese Gegend. Oft in den schönsten Formen erheben sich hier und da auf den Gipfeln der Berge colossale Felsthürme von Quarzit, Grauwacke und Schiefer, immer aber bedeckt von den schönsten Moos- und Flechtenarten, unter denen sich namentlich viele Gebirgsmoose, wie *Grimmia Schultzii, trichophylla* und *ovata, Orthotrichum Sturmii* und *rupestre, Ulota Hutschinsiae, Hedwigia ciliata, Platygyrum repens, Anomodon attenuatus, Pterogonium gracile, Dicranum longifolium, Cynodontium Bruntoni, Bartramia ithyphylla* und *Barbula tortuosa* auszeichnen.

Im Gegensatz aber zu diesen theilweise noch wohlerhaltenen Aufthürmungen begegnet man Parthien, wo zahl-

Digitized by Google

reiche Felstrümmer das Plateau und die Abhänge bedecken, von denen der grösste Theil mit *Racomitrium lanuginosum*, *Hedwigia ciliata* und *Grimmia ovata* überzogen ist. Auf manchen mit Humus bedeckten Felsen am östlichen Abhange der Cloef haben sich umfangreiche Polster von *Hypnum molluscum*, *Sphagnum acutifolium*, *Antitrichia curtipendula* und *Neckera crispa* angesiedelt, während an anderen abschüssigen Stellen, namentlich im Schatten der Gesträuche, auf Baumwurzeln u. s. w. *Eurhynchium myosuroides Thuidium tomariscinum*, *Tetraphis pellucida*, *Anomodon attenuatus* und *viticulosus*, *Bartramia pomiformis*, *Leptotrichum homomallum*, *Didymodon rubellus*, *Hymenostomum microstomum*, *Mnium cuspidatum*, *rostratum* und *punctatum*, *Hylocomium loreum* und *brevirostre* zahlreich vertreten sind.

Die Ufer der Saar sind dagegen der ganzen Länge nach auf beiden Seiten mit mannigfach gestalteten Felsblöcken bedeckt, aber auch stellenweise von schroffen, oft bis an die Saar herantretenden Felswänden begleitet. Hier finden sich, theils vom Wasser besptilt, theils ausserhalb desselben in unendlicher Menge *Ciriclidotus fontinaloides*, *Racomitrium aciculare*, *Bryum pallescens* und *Thamnium alopecurum;* an höhern Stellen der Felsen *Grimmia commutata*, *Encalypta streptocarpa*, *Hedwigia ciliata*, *Schistidium apocarpum* und einige andere.

Ganz besonders erwähnt zu werden verdient das sogenannte Steinbachthal, da hier auf kleinerm Raume beschränkt die meisten für dieses Gebiet eigenthümlichen Moosarten beieinander wohnen. Das Thal ist eng und kurz, kaum eine Viertel Meile lang und wird im Hintergrunde scheinbar durch eine steile, unzugängliche Bergwand geschlossen. Bis zu derselben steigt das Thal beständig bergan; mitten hindurch fliesst ein kleiner Bach, welcher sich ein tiefes Bett mit hohen Uferrändern gewühlt hat. An beiden Seiten desselben liegen wild durcheinander geworfene Steinmassen und um diese herum viele Felstrümmer, die oft lange Strecken bedecken. Einzelne Stellen sind so steil, dass man sich vergebens bemühen würde, sie auf die daselbst wachsenden Moosarten zu untersuchen.

Die Moosvegetation dieser Gegend ist in vieler Bezie-

Digitized by Google

hung von den bisher genannten Localitäten charakteristisch verschieden und zeigt eine unverhältnissmässig grössere Mannigfaltigkeit, jedenfalls eine Folge der ausserordentlich günstigen Lage dieses Seitenthals. Allgemein verbreitet finden sich an Felsen: *Grimmia Schultzii, ovata, montana, Hartmanni* und *pulvinata, Orthotrichum rupestre, Hedwigia ciliata, Pterogonium gracile,* die beiden Anomodon-Arten (*Anomodon viticulos. et attenuat.*), *Ulota Hutschinsiae* und *Dicranum fulvum*; in Felsspalten: *Cynodontium Bruntoni, Dicranum longifolium, Pterigynandrum filiforme, Campylopus flexuosus, Bartramia ithyphylla* und *Orthotrichum Sturmii*; auf dem Gerölle aber pfuthähnliche Rasen von *Racomitrium lanuginosum, heterostichum* und *canescens*, auf überrieselten Steinen und Felsblöcken *Orthotrichum rivulare, Ulota crispa, Schistidium apocarpum variet. gracile, Racomitrium aciculare, Rhynchostegium rusciforme, Amblystegium irrignum* und in schön fruktificirenden Exemplaren *Dichodontium pellucidum.*

Aehnlich in Bezug auf die Laubmoosflora dieser Gegend verhält sich auch die bei weitem höher gelegene Umgebung des Ortes Orscholz, welche ich im Frühjahr 1862 zum ersten Male kennen zu lernen Gelegenheit hatte und in dem darauf folgenden Sommer noch öfter besuchte. Eine mit Gebüsch und Felsblöcken bedeckte Sumpfwiese nimmt den südöstlichen Theil derselben ein und enthält daselbst ausser *Climatium dendroides, Aulacomnium palustre* und *Philonotis fontana* auch *Hypnum cuspidatum, Thuidium tamariscinum* und *Hylocomium splendens.*

Die Felsblöcke selbst und die in unmittelbarer Nähe des Dorfes befindlichen mächtigen Quarzitfelsen bieten weiter nichts Neues. Dagegen findet man auf alten zerfallenen Mauern einer vormaligen Burg fruktificirende Rasen von *Barbula revoluta,* eine langstenglige Form von *Barbula muralis* und ausserdem *Barbula unguiculata, Homalothecium sericeum, Encalypta streptocarpa, Bryum cespiticium* und *Grimmia pulvinata.* Oestlich vom Dorfe entfernt erreicht man binnen zehn Minuten die wegen ihrer reizenden Aussicht bekannte Cloef und weiter nördlich den Ludowinus-Wald, durch welchen verschiedene dem Charakter dieser

Digitized by Google

Gegend anpassende Gebirgspfade bis nach dem Orte Keuchingen hinabführen. Auf der Erde unter hohen, schattigen Buchen gedeihen hier *Leucobryum glaucum*, *Hylocomium loreum* und *splendens*, *Isothecium myurum* und *Dicranum undulatum*; am Grunde alter Baumstämme auf Baumwurzeln und faulenden Baumstrünken *Plagiothecium sylvaticum*, *Homalia trichomanoides*, *Thuidium tamariscinum* und *Antitrichia curtipendula*; an jüngern Baumstämmen *Neckera pumila*, *complanata* und *crispa*, *Ulota Bruchii*, *crispa* und *crispula*, *Orthotrichum leiocarpum*, *stramineum* und *Leyellii*, *Homalothecium sericeum*, *Hypnum cupressiforme* und *Zygodon viridissimus*.

Angesichts der übrigen nördlich von Mettlach gelegenen Gebirge gilt das oben im Allgemeinen über diese ganze Gegend Ausgesagte. Sie erheben sich ebenfalls zu einer absoluten Höhe von 1200 Fuss und bestehen zum grössten Theil aus Grauwacke und Schiefer. Sie besitzen, wie jene, auch eine mannigfach gestaltete, fast überall mit Wald, Gebüsch und Steinmassen überzogene Oberfläche, welche an verschiedenen Orten, namentlich in der Umgegend von Saarburg, Beurig und Wiltingen zu Weinbergen umgestaltet ist.

Mehrere nicht unbedeutende Gebirgsbäche stürzen in schnellem Laufe die Bergabhänge herab in die oft engen Seitenthäler, befeuchten durch den beständigen Wasserstaub der Wasserfälle die benachbarten Felswände und Baumstämme, welche an vielen Stellen mit *Fontinalis antipyretica*, *Amblystegium fluviatile*, *Dichodontium pellucidum*, *Fissidens adianthoides*, *Hypnum rusciforme*, *Brachythecium plumosum* und *Sphagnum rigidum* überzogen sind, und winden sich mühsam durch wild übereinander liegende Felstrümmer, bis sie alle Hindernisse überwunden sich in die Saar ergiessen.

Von interessanten Laubmoosen finden sich in diesem Theile des Gebietes sowohl auf torfigen Waldwiesen, als auch an Felsen, die hier und da bis ans Saarufer herantreten: *Cinclidotus fontinaloides*, *Schistidium apocarpum* var. *rivulare*, *Encalypta streptocarpa*, *Hypnum palustre*, *Barbula tortuosa* (in grossen sterilen Rasen), *Thuidium delicatulum*,

Digitized by Google

Grimmia ovata, Eurhynchium myosuroides, Hypnum commutatum, pratense, aduncum und *stramineum, Sphagnum cymbifolium* und *cuspidatum, Philonotis fontana, Dicranella heteromalla, Dicranum spurium, Campylopus flexuosus, Tetraphis pellucida, Pleuridium subulatum, Barbula vinealis variet. flaccida, Barbula subulata* var. *subinermis, Barbula ruralis* var. *rupestris, Weisia viridula, Fissidens bryoides, Entosthodon fasciculare, Grimmia sphaerica* (an Schieferfelsen bei Serrig), *Ptergonium gracile, Bryum alpinum* und *Campylopus flexuosus.*

Die Bäume sind dagegen überzogen mit *Hypnum cupressiforme, Neckera crispa, pumila* und *complanata, Leucodon sciuroides, Zygodon viridissimus* und verschiedene *Orthotrichum*-Arten.

2. Steinkohlenformation und Rothliegendes.

Der Uebergangsformation sich anschliessend nimmt dieses Gebirge im mittleren Theile unseres Gebietes, vorzüglich auf dem rechten Saarufer, einen Flächenraum von 8—10 Quadratmeilen ein und besteht aus Kohlensandstein, Conglomeraten und Schieferthon; ausserdem Brandschiefer, Kohlenschiefer und Kohlenflötze.

In demselben treten auch Porphyre und Melaphyre auf, besonders im hangenden Theile, welcher neuerlich zum Rothliegenden gestellt worden ist und Feldspathsandstein und Schieferletten führt. Das Steinkohlengebirge bildet breite Rücken zwischen 1000 und 1200 Fuss Erhebung, während als Basis das Saarthal zwischen Saarbrücken und Saarlouis mit 550 Fuss mittlerer Höhe anzunehmen ist, über welche sich das Gebirge nur 450 bis 650 Fuss erhebt.

Die Porphyr- und Melaphyrkuppen, von denen der Lietermont und der Schaumberg sich als die bedeutendsten auszeichnen, erreichen dagegen eine Höhe, welche zwischen 1150 bis 1780 Fuss wechselt.

Der Lietermont.

1266 Fuss hoch, aus Porphyr und einem quarzitähn-

Digitized by Google

lichen Conglomerat zusammengesetzt, liegt nordöstlich von Nalbach, 1—1½ Meilen vom rechten Saarufer entfernt.

Seine Oberfläche ist fast durchgehends kahl und nur am nördlichen Abhange in der Gegend des Dorfes Düppenweiler mit Hochwald bedeckt.

Daselbst entspringt auch ein kleiner Bach, welcher sich schäumend und sprudelnd über, meistentheils mit *Amblystegium fluviatile* überzogene Porphyrblöcke den Abhang herunterstürtzt.

Der Rücken des Berges bildet ein ausgedehntes Plateau, auf welchem eine Menge grössere und kleinere Felsblöcke umherliegen. Einige derselben haben sich so übereinander gelagert, dass höhlenartige Vertiefungen entstanden sind, in welchen sich die zierliche *Schistostega osmundacea* angesiedelt hat und auch daselbst mit Früchten vorkommt. Im Uebrigen enthalten alle diese zum Theil thurmhohen Felsmassen ausschliesslich kieselliebende Laubmoose und zwar *Grimmia ovata, Schultzii, leucophaea* und *pulvinata*; sodann *Pterogonium gracile, Orthotrichum Sturmii, Hedwigia ciliata, Racomitrium heterostichum* und *Cynodontium Bruntoni*; in der Nähe des bewaldeten Abhanges *Dicranum interruptum, Eurhynchium myosuroides* und *Anomodon viticulosus*, während daneben auf Waldboden *Leucobryum glaucum, Plagiothecium sylvaticum, Hylocomium splendens, triquetrum* und *loreum;* ausserdem *Pogonatum aloides, Diphyscium foliosum, Dicranum scoparium, undulatum* und *heteromallum* massenhaft auftreten.

Die Moosdecke der Baumstämme und Baumwurzeln bilden dagegen *Ulota crispa, crispula* und *Bruchii, Neckera crispa, pumila* und *complanata; Pterigynandrum filiforme*, verschiedene allgemein vorkommende *Orthotrichen, Isothecium myurum, Antitrichia curtipendula* und das überall in verschiedenen Formen verbreitete *Hypnum cupressiforme.*

Der Schaumberg

im östlichen Theile des Gebietes bei Tholey erhebt sich 1780 Fuss über dem Meeresspiegel und besteht seiner Hauptmasse nach aus Melaphyr.

Die Oberfläche dieses langgestreckten Bergrückens,

Digitized by Google

obgleich äusserlich minder gestaltenreich, als die des Lietermont, enthält dessenungeachtet viele interessante Moosarten, welche zum Theil der montanen und obern montanen Region angehören. Grössere Felsparthien fehlen hier fast gänzlich, sowohl an den kahlen als auch an den bewaldeten Abhängen, welche letztere fast ausschliesslich steil abfallen.

Die einzelnen zu Tage tretenden Felsmassen werden meist von *Hedwigia ciliata, Grimmia Schultzii, Pterogonium gracile, Orthotrichum Sturmii* und *annomalum; Racomitrium heterostichum* und *Homalothecium sericeum* überkleidet, während weiter aufwärts an Baumstämmen *Ulota Bruchii, Ludwigii, crispa* und *crispula; Orthotrichum Winteri, stramineum, Lyelli, leiocarpum, affine, tenellum* und *speciosum; Neckera complanata, pumila* und *crispa; Amblystegium serpens* und *Leucodon sciuroides* in grossen Mengen wachsen.

Am Bedeutendsten ist jedoch die Moosflora auf dem höchsten Gipfel des Berges entwickelt. Ganz besonders reiche Fundgruben erschliessen sich dem Bryologen auf den Ruinen der alten Burg oder in unmittelbarer Nähe derselben, wo die Moose sämmtliche Baumstämme, Baumwurzeln, Steintrümmer und Felsblöcke mit ihren unendlich mannigfaltigen Gestalten überkleiden, umranken und bedecken. Fast allgemein verbreitet sind die Hypneen oder Astmoose und von diesen *Hypnum cupressiforme, Schreberi, molluscum* und *purum*. Ebenso häufig begegnet man *Hylocomium triquetrum, loreum* und *splendens, Brachythecium populeum, Eurhynchium Stockesii* und *longirostre; Thuidium tamariscinum, Hypnum incurvatum* und *Sommerfeltii; Neckera pumila, crispa* und *complanata; Antitrichia curtipendula* und *Anomodon attenuatus*. In gleicher Anzahl treten auch die Gabelmoose auf, insbesondere *Dicranum undulatum, scoparium, montanum* und *thraustum; Dicranella heteromalla* und *Leucobryum glaucum*. An den Stämmen alter Buchen, Eschen, Hainbuchen u. s. w. haben sich neben den bereits erwähnten verschiedenen Orthotrichen — *Isothecium myurum, Eurhynchium myosuroides, Leucodon sciuroides* und *Homalothecium sericeum* in mehr oder minder grossen Rasen und Polstern angesiedelt. Dazwischen wachsen nun

Digitized by Google

an verschiedenen Stellen *Anomodon viticulosus*, *Encalypta streptocarpa*, *Bryum capillare* und *Barbula subulata*; letztere drei jedoch nur auf den verfallenen Mauern.

3. Die Triasformation.

Hierher gehört der bunte Sandstein und der über demselben gelagerte Muschelkalk, dazwischen sogenannter Röth (rothe Letten, kalkige Sandsteine und Mergel). Dazu kommt noch Gyps an einigen Punkten (bei Fechingen unweit Saarbrücken und bei Merzig). Die Grenze des bunten Sandsteins in unserem Gebiete beginnt ungefähr in dem Winkel, welchen die zusammenfliessenden Gewässer der Saar und Mosel bilden, läuft von Wasserliesch, Beinig, südlich über Saarburg, Castel, Frendenburg und Weitem bis in die Gegend von Mettlach, setzt daselbst über die Saar und wendet sich nach St. Gangolf, Merzig, Beckingen, Düppenweiler bis an die Grenze des Steinkohlengebirges und Rothliegenden, während auf dem entgegengesetzten Ufer der Saar der bunte Sandstein sich über Dreisbach, Hilbringen, Saarlouis und Saarbrücken hinzieht, von wo er sich in süd- und südöstlicher Richtung weiter verbreitet.

Ausserdem finden sich noch einzelne isolirte Parthien bunten Sandsteins auf den Höhen des Uebergangsgebirges am rechten Saarufer gegenüber der Klaus bei Serrig und mehr aufwärts gegenüber Taben abgelagert.

Die zweite zu oberst liegende Abtheilung dieser Formation (aus Muschelkalk, Röth, Gyps u. s. w. bestehend), deren Lagen fast durchgängig sehr mächtig sind, läuft ziemlich parallel mit den Schichten des bunten Sandsteins, erreicht im Durchschnitt eine Höhe von 1000 Fuss, auf der Grenze der Kreise Merzig und Saarburg sogar 1500 bis 2000 Fuss über dem Meeresspiegel.

Das jüngste Glied der Trias, der sogenannte „Keuper", fehlt bei uns, wie so manches andere Formationsglied.

4. Diluviale Ablagerungen oder aufgeschwemmtes Land.

Die hier in Betracht kommenden Schichten von Lehm

Digitized by Google

und Sand, Gerölle auf den Höhen und in Flussthälern haben sich je nach Beschaffenheit ihrer Zusammensetzung conform über die ursprüngliche Oberfläche vorher genannter Gebirgsmassen abgelagert, während die im Gebiete auftretenden Torflager von geringerer Bedeutung sind und hauptsächlich in den südlichen Theilen bei Saarbrücken und Umgegend eine mehr oder minder grosse Dimension einnehmen. Die Vegetation der ersteren entspricht im Allgemeinen der der übrigen Formationsglieder, wohingegen die Sumpf- and Torfwiesen viele und interessante Vorkommnisse enthalten, unter denen sich manche Seltenheiten constatiren lassen.

Da ich die nächste Umgebung von Saarbrücken während eines mehrjährigen Aufenthaltes mit besonderer Vorliebe genauer studirt, so erlaube ich mir nach obiger allgemeinen Uebersicht des Saargebietes nachstehend die Grundzüge der geognostischen Verhältnisse dieser Gegend im Detail weiter auszuführen, zumal da grade die Bodenbeschaffenheit hier deutlicher als irgendwo auch ihren Einfluss auf das ganze menschliche Leben und Treiben zu erkennen giebt, denn es möchte wohl wenige Gegenden geben, über welche die Natur einen reicheren Segen ausgegossen, als über die Umgegend von Saarbrücken.

Ueberall trifft man hier neben sehr schönen Hochwaldungen, die mit anmuthigen Wiesen und gut gebauten Fluren abwechseln, auf grossartige Etablissements der verschiedensten Art, die bedeutende Schätze im Innern der Erde verrathen und Jedermann auffordern, es bei einem flüchtigen Blicke nicht bewenden zu lassen. Mit Staunen wird er alsdann bald gewahr werden, dass diese Erdscholle der Grabhügel einer vegetabilischen Vorwelt ist, deren Ueberbleibsel noch jetzt unter den Händen des betriebsamen Bewohners jene reichen Blüthen des Gewerbfleisses treibt, aber auch in ihren noch zu deutenden Zügen ein allgemeines Bild ihres früheren Lebens erkennen lässt, und als älteste Urkunde für die Geschichte der Erde belehrend zu uns spricht.

Eben in der geologischen Beschaffenheit des Bodens aber liegt die Erklärung jener auffallenden Erscheinungen,

Digitized by Google

welche das industrielle und wissenschaftliche Auge hier entdeckt.

Was nun den Bau unseres Bodens selbst betrifft, so bildet seine oberste Lage eine von Lehm, Sand, Gerölle und Torf gebildete Erde.

Diese Krume erst müssen wir abheben, ehe wir zu den festen Gesteinen gelangen, welche nicht überall unmittelbar zu Tage kommen.

Es folgt dann unter jenen losen Massen ein Substrat von buntem Sandstein mit dem über demselben ruhenden Muschelkalk von sehr verschiedener Mächtigkeit. Jener dient uns als das gewöhnliche Baumaterial für unsere Wohnungen, dieser liefert nicht nur den Mörtel dazu, sondern wird auch bei den gegenwärtig so stark betriebenen Wasserbauten verwerthet.

Hierauf erst gelangen wir zu der eigentlichen Grundlage, dem Steinkohlengebirge, welches letztere den nordwestlichen Theil unseres Gebietes bis zu einer Ausdehnung von vier Quadratmeilen einnimmt. Seine gleichförmig gelagerten Schichten bestehen hauptsächlich aus einem ziemlich festen Sandstein von verschiedenem Korn und Farbe und einem bläulich grauen Schieferthon. Besonders der letztere schliesst die für die hiesige Gegend so wichtigen Steinkohlenflötze und Eisensteinlager ein.

Eins der stärksten Kohlenflötze, das 14 Fuss mächtige Blücherflötz ist schon seit beinahe zweihundert Jahren auf der Höhe des sogenannten brennenden Berges bei Duttweiler, eine Meile von Saarbrücken in Entzündung gerathen, und brennt noch immer mit solcher Heftigkeit fort, dass die Hitze in den Abbaustrecken, welche etwa 300 Fuss davon entfernt sind, noch an 30 bis 40° R. beträgt und die aus ungefähr 30 Felsspalten hervorbrechenden Dampfwolken eine Temperatur von 60 bis 70° R. erreichen.

Ziemlich auf der Höhe des Berges, an der Stelle, wo das Steinkohlenflötz zu Tage ausgeht, befindet sich eine sehr lange und breite schluchtenartige Vertiefung, welche durch Einsturz, Gewinnung von Steinkohlen und Alaunschiefer entstanden ist.

Die Gesteine dieser Steinkohlenbildung, welche den

Digitized by Google

Einschnitt bilden, haben ihre ursprüngliche Lage verloren, sind in grosse Felsblöcke zusammengebrochen und durch Einfluss der Hitze in gebrannte Schieferthone, Porzellanite und Erdschlacken umgewandelt.

Die Spalten der Felsblöcke, aus welchen die heissen Dämpfe hervorbrechen, sind mit Aufblähungen von Alaun, mit Sublimationen von Salmiak und Schwefel umgeben, welche letztere beide oft schön krystallinisch gefunden wurden.

Der Kohlensandstein und auch der Schieferthon enthalten vorzugsweise da, wo sie Steinkohlenflötze begleiten, viele und gut erhaltene fossile Pflanzenreste, welche grösstentheils zu den Familien der Farnkräuter, Lycopodiaceen, Calamiteen und Equisetaceen gehören.

Nach den Steinkohlen ist der Eisenstein das Hauptprodukt dieser Formation. Er ist fast ausschliesslich Thoneisenstein, enthält kaum 25% und bildet in bestimmten Schieferlagen bei einander liegende flache Nieren, in welchen ausser schönen Pflanzen und Fischabdrücken auch etwas Schwefelkies und Blende und als Seltenheit Bleiglanz gefunden wird.

In dieser Bildung kommen noch in verschiedenen Horizonten schwache Kalkflötze vor, auch in den tiefsten Schichten an zwei Stellen (Neunkirchen und Nauweiler Hof bei Sulzbach) Melaphyreinlagerungen, die selbst Flötze durchbrochen haben. Sulzbach und Duttweiler sind von früher her durch schwefelkiesreichen zur Gewinnung von Vitriol und Alaun benutzten Schieferthon bekannt.

Das Steinkohlengebirge bildet da, wo es zu Tage ausgeht, eine wellenförmige Oberfläche, welche in den engen Thälern der Sulzbach, Fischbach und Püttlingerbach sich öffnend, allmählich zum Saarthal abfällt, welche dieselbe an ihrem südwestlichen Ende durchschneidet.

Mehrere Bergkuppen erheben sich in ihr fast zur doppelten Meereshöhe des Saarspiegels bei Saarbrücken (570'). Unter diesen ist die Höhe zwischen Rastphul und Sellerbach, welcher zu 1103 Fuss heransteigt, die bedeutendste. Oestlich erreicht im Sulzbacher Thale Friedrichsthal noch 822', Sulzbach 784' und Duttweiler 687' absolute Höhe.

Digitized by Google

Für die Holzkultur ist dieser Boden sehr günstig, denn es lassen sich mit einer geringen Beimengung diluvianischer Ablagerungen die schönsten Laubholzwaldungen erzielen.

Weniger gut gedeihen die Feldfrüchte in ihm und am wenigsten ist die Phanerogamenflora durch seltenere Pflanzen ausgezeichnet.

Die dem Steinkohlengebirge zunächst folgende Formation ist die des bunten Sandsteins (Triasformation), wozu der bunte Sandstein, der sogenannte Röth und der darüber lagernde Muschelkalk incl. Gyps gehört.

Ersterer ist übergreifend und zwar so flach auf dem Kohlengebirge gelagert, dass letzteres noch weit unter demselben verfolgt werden kann.

Die Grenze, welche er mit der Steinkohlenformation bildet, läuft von Friedrichsthal südlich von Sulzbach und Duttweiler bis zur Russhütte, zieht sich dann über Heinrichshäuschen hinweg nach Burbach, wo jetzt die Eisenbahn die Trierer Strasse durchschneidet, über die Saar an den Engelberg zwischen dem Schanzenberg und Gersweiler und wendet sich von da über Schönecken, Clarenthal und Geislautern, wo sie abermals über die Saar hinwegsetzt.

Von dieser Grenze aus verbreitet er sich über den südöstlichen Theil der Gegend.

Ausserdem kommen auch innerhalb des so begrenzten Steinkohlengebietes auf dem rechten Saarufer noch mehrere isolirte Parthien bunten Sandsteins vor. Sie finden sich vorzugsweise auf den Höhen bei Jacobshütte, Bildstock, Pfaffenkopf und südlich und westlich von Püttlingen.

Seinem Aeussern nach bildet der bunte Sandstein Plateaus von ganz bedeutendem Umfange, welche sich unmerklich gegen die Saar hinneigen und von mehr oder weniger engen Thälern durchschnitten werden, wovon die Abhänge bisweilen Felsenbildung zeigen, der Grund aber an vielen Orten mit Sümpfen und Torfmooren bedeckt ist.

Die Berge dieser Formation erreichen gewöhnlich die Höhe von 1000 Fuss über dem Meeresspiegel und stehen

Digitized by Google

daher in gleichem Niveau mit denen der Steinkohlenformation.

In den obern Schichten seiner mächtigen Lager ist ein Sandstein von feinerem Korn vorherrschend, der wegen grosser Verwitterbarkeit mitunter ausgedehnte Sandsteppen erzeugt, wie es beispielswelse in der Umgegend von Saarlouis der Fall ist, wo sich eine grössere Anzahl diese charakterisirende Pflanzen angesiedelt haben.

Reichliche Beimengungen von Thon machen diesen Sandboden zu einer sehr fruchtbaren Erde, in welcher vorzüglich schöne Laubholzwaldungen, dagegen weniger gut Feldfrüchte gedeihen. Ueberbleibsel fossiler Pflanzen sind im Ganzen wenige aus dieser Formation bekannt und man hat bis jetzt nur einige Abdrücke von Farn-, Calamiten- und Coniferenresten in derselben gefunden.

Die zweite zu oberst liegende Abtheilung der Triasformation kommt nur in den südlichen Theilen des Saarbrücker Gebietes vor und besteht aus Schieferletten (kalkige Sandsteine), Gyps und Muschelkalk. Erstere sind bald mehr kalkig, bald mehr sandig, trennen den Muschelkalk von dem unterliegenden Sandsteine und bilden auf diesem starke Lagen, welche ausser einigen Kalkbänken mächtige Gypsablagerungen enthalten, zwischen denen jedoch noch zahlreiche Bänke kalkiger Sandsteine vorkommen. Der Muschelkalk ist hier, wie überall, ein zusammenhängender, in mächtige Lager gesonderter Kalkstein und erscheint meist unter einer flachen, wellenförmigen Oberfläche, die von Thälern und Nebenthälern der Saar und Blies so tief durchschnitten wird, dass im Grunde derselben der bunte Sandstein wieder zum Vorschein kommt.

Der Hauptbergrücken, in dem Winkel, den die zusammenfliessenden Gewässer vorhergenannter Flüsse bilden, erreicht die Höhe von 1161 Fuss, westlich von diesem der Fechinger Berg die Höhe von 1150 Fuss und in circa einer Stunde Entfernung, mehr in der Richtung gegen Saarbrücken gelegen, der Bischmisheimer Berg auf dem Steinacker 1045 Fuss. Von eingemengten Fossilien kommen namentlich an den vorhergenannten Orten nur Kalkspath, Gelbeisenstein und Hornsteinnieren vor. Dagegen enthält er

Digitized by Google

sehr viele Versteinerungen, von welchen hauptsächlich Conchilien erwähnt zu werden verdienen, die meist zu den Enkriniten, Ammoniten und Terebratuliten gehören und bisweilen in so bedeutenden Mengen vorkommen, dass mehrere Fuss mächtige Kalksteinlager fast ausschliesslich aus ihnen bestehen.

Die Feldfrüchte gedeihen in diesem Kalkboden ganz vorzüglich, ebenso auch der Weinstock, der aus diesem Grunde häufig und mit Erfolg an den sonnigen Bergabhängen der Kalkberge im Blies- und Saarthal kultivirt wird, während die Forstkultur keine so günstigen Resultate erzielt und die aus Parzellen bestehenden Waldungen weniger aus Eichen und Buchen, als aus Aspen, Weiden, Schwarz- und Weissdorn zusammengesetzt sind. Im Uebrigen ist die Vegetation dieses Bodens eine für die Phanerogamenflora höchst interessante und steht in dieser Beziehung der des bunten Sandsteins wenig nach.

Diluvianische Schichten aus Sand, Lehm, Gerölle und Torflager bestehend, befinden sich nicht bloss auf den Höhen und in Flussthälern, sondern auch in Wald- und Wiesengründen unseres Gebietes.

Als Torfablagerungen sind im Allgemeinen ausgedehnte Strecken auf Waldwiesen vorhanden und für Torf- und Sumpfmoose von grossem Interesse. Namentlich ist dies im Styringer Bruch und in den Waldungen zwischen Saarbrücken, Scheid und Duttweiler der Fall, wo ausser verschiedenen Sphagnen und Polytrichen auch viele andere seltenere Laubmoose auftreten, von denen sich auch vorzugsweise *Hypnum aduncum*, *Hypnum vernicosum*, *Hypnum giganteum*, *Hypn. fluitans*, *Hypn. exannulatum*, *Hypn. palustre*, *Hypn. pratense*, *Hypn. stramineum*, *Hypnum elodes*, *Amblystegium riparium*, *Amblystegium fluviale*, *Brachythecium Mildeanum*, *Atrichum tenellum*, *Sporledera palustris*, *Pleuridium nitidum*, *Bryum pseudo-triquetrum*, *Bryum annotinum*, *Bryum lacustre*, *Philonotis marchica*, *Dicranum palustre* und *Camptothecium nitens* als die häufigsten Vorkommnisse auszeichnen.

Auch für Phanerogamen bieten diese Localitäten grosses Interesse. Man findet hier vorzugsweise *Calla palu-*

Digitized by Google

stris, *Scirpus lacustris* und *maritimus*, *Trapa natans*, *Nymphaea alba*, *Nuphar luteum*, *Potamogeton pusillus*, *Utricularia neglecta*, *Sedum villosum*, *Cyperus fuscus* und *flavescens*, *Ranunculus hederaceus*, *Montia minor* und *rivularis*, *Drosera rotundifolia* und *intermedia*, *Heleocharis ovata*, *Polygala depressa*, *Limosella aquatica*, *Hydrocharis Morsus ranae*, *Erythraea pulchella*, *Centunculus minimus*, *Viola palustris*, *Vaccinium Oxycocos*, *Wahlenbergia hederacea* (bei Mettlach), *Carex lepidocarpa* und verschiedene Gräser.

Nicht minder wichtig für die Flora unseres Gebietes sind die verschiedenen Salzquellen, wovon eine bei Emmersweiler, eine bei Merzig und noch eine bei Mettlach auftreten. Für uns von Bedeutung ist jedoch nur die bei Emmersweiler. Sie findet sich daselbst auf einer Wiese, welche einerseits von der Rossel und andererseits vom Dorfe Emmersweiler begrenzt ist. Der ganze Flächeninhalt beträgt etwa einige hundert Quadratruthen. Ich habe diese Lokalität von Saarbrücken aus oft besucht und daselbst folgende Moose und Phanerogamen constatirt: Auf der Wiese selbst *Samolus Valerandi*, *Aster Tripolium*, *Triglochin palustre* und *maritimum*, *Euphrasia littoralis*, *Juncus Gerardi*, *Scirpus maritimus* und *Tabernaemontanus*, *Senecio aquaticus*, *Spergularia marina*, *Glyceria distans*, *Plantago Winteri*, *Atriplex hastata* var. *salina*, *Catabrosa aquatica*, *Lotus corniculatus* var. *salinus*, *Hypnum polygamum*, *Hypnum stellatum*, *Hypn. exannulatum*, *Hypn. elodes*, *Philonotis fontana* und *marchica*, *Brachythecium Mildeanum*, *Camptothecium nitens*, *Aulacomnium palustre* und manche andere, während in den Wiesengräben *Myriophyllum verticillatum*, *Zanichellia pedicellata*, *Butomus umbellatus*, *Epilobium parviflorum*, *Rumex maximus*, *Sparganium ramosum*, *Helosciadium repens*, *Hydrocharis Morsus ranae*, *Lemna trisulca*, *Menyanthes trifoliata*, *Stellaria uliginosa*, *Potamogeton acutifolius*, *Ceratophyllum demersum*, *Chara foetida*, *Hypnum fluitans*, *Physcomitrium pyriforme*, *Pottia Heimii*, *Leptobryum pyriforme*, *Marchantia polymorpha* und noch manche andere charakteristische Arten auftreten.

Alle in nachfolgendem Verzeichnisse aufgezählten Pflanzenarten habe ich selbst beobachtet. Alles Uebrige aber,

Digitized by Google

was früher von Andern angeführt worden, ist theils als niemals vorhanden gewesen, theils als ausgestorben, oder als nur vorübergehend aufgetaucht zu betrachten.

Das Verzeichniss selbst umfasst:

1) die Lebermoose,
2) die Laubmoose,
3) die Gefässcryptogamen und
4) die Phanerogamen.

Systematisches Verzeichniss der Flora des Saargebietes.

Lebermoose *(Hepaticae)*.

Ricciaceen.

Riccia Michel.

Riccia natans Lin. syst. veg.

In Gräben, Sümpfen und dergl. Orte bei Saarbrücken Merzig, Mettlach u. s. w. Die Früchte reifen im Herbst.

Riccia glauca Lin. sp.

Auf überschwemmt gewesenen Orten auf Aeckern und andern geeigneten Lokalitäten überall im Gebiete. Herbst.

Anthoceros Michel.

Anthoceros laevis Lin. sp.

An feuchten sandigen Orten, an Gräben, Teichen u. s. w. nicht selten durch das ganze Gebiet verbreitet. Fruchtreife im Spätsommer.

Marchantiaceen.

Rebouillia Raddi.

Rebouillia hemisphaerica Raddi.

An überrieselten Felswänden, an feuchten Mauern und ähnlichen Orten gemein bei Saarbrücken, Merzig, Mettlach u. s. w. Frühling.

Digitized by Google

Fegatella Raddi.

Fegatella conica Corda.

In schattigen Thalschluchten, Quellen und Bächen der Berggegenden von Saarbrücken, Mettlach u. s. w. Frühling.

Preissia Nees ab Esenb.

Preissia commutata Nees ab Esenb.

Mit voriger an ähnlichen Orten. Frühling.

Marchantia Raddi.

Marchantia polymorpha Lin. sp.

Auf sumpfigen Wiesen, in Gräben, an feuchten Felsen und Mauern, auf schattigen Plätzen auf Aeckern, Gartenland u. s. w., überall im Gebiete.

Jungermanniaceen.

Metzgeria Raddi.

Metzgeria furcata N. ab Esb.

In Gräben, auf sumpfigen Wiesen und an andern ähnlichen Orten des Gebiets, gemein. Früchte reifen im Frühling und Herbst.

Aneura Dumort.

Aneura pinguis N. ab Esb.

An ähnlichen Orten wie die vorige Art. Fruchtreife im Frühling.

Blasia Michel.

Blasia pusilla Michel.

In waldigen Gegenden auf feuchtem Lehmboden, in Gräben, an Wegen u. s. w. hie und da im Gebiete. Frühling.

Pellia Raddi.

Pellia epiphylla N. ab Esb.

In Thalschluchten, Hohlwegen, an schattigen Waldabhängen, vorzugsweise feuchten Sand- und Lehmboden liebend. Frühling.

Frullania Raddi.

Frullania dilatata N. ab Esb.

Digitized by Google

An Baumstämmen und auf Felsen, besonders in waldigen Gegenden des Gebietes. Früchte hier selten, welche im Frühling und im Herbst reifen.

Frullania Tamarisci N. ab Esb.

Auf Waldboden, Baumwurzeln, Felsen u. dergl. Stellen mehr, meist grosse ausgebreitete Polster bildend. Früchte selten, wie die vorhergehende Art.

Madotheca Dumort.

Madotheca laevigata Dumort.

In schattigen Wäldern an Baumstämmen, Felsen u. s. w. durchs ganze Gebiet verbreitet.

Madotheca plathyphylla Nees ab Esb.

In Wäldern auf Felsen, an Baumstämmen u. s. w. viel häufiger, als die vorige Art. Früchte beider nicht selten im Frühling und Sommer.

Radula Nees ab Esenb.

Radula complanata Dumort.

An Bäumen und Sträuchen durch das ganze Gebiet, Frühing bis Sommer.

Trichocolea Dumort.

Trichocolea Tomentella N. ab Esb.

An feuchten schattigen Felsen bei Taben unweit Mettlach a. d. Saar. Auch im Russhütterthale bei Saarbrücken. Steril.

Mastigobryum Nees, Lindl. et Gottsche.

Mastigobryum trilobatum Nees.

An feuchten, schattigen Sandsteinfelsen bei St. Arnual unweit Saarbrücken, bei Dreisbach, Mettlach u. s. w. Früchte im Spätsommer, aber selten.

Chiloscyphus Corda.

Chiloscyphus polyanthus Nees.

Auf sumpfigem Waldboden bei Saarbrücken. Frühling.

Lophocolea Nees ab Esenb.

Lophocolea heterophylla Nees.

Digitized by Google

Auf morschen Baumstrünken am Halberg bei Saarbrücken. Mai — Juni.

Lophocolea bidentata Nees.

Zwischen feuchtem Moos und Flechten überall im Gebiet. Früchte selten.

Jungermannia Linné.

Jungermannia trichophylla Lin. spec.

Auf Waldboden, an Baumstämmen, Felsen und Steinen überall im Gebiet. Mai — Juni.

Jungermannia bicuspidata Lin. spec.

An feuchten Sandsteinfelsen bei Saarbrücken.

Jungermannia barbata Nees.

An Felsen bei Dreisbach unweit Mettlach a. d. Saar.

var. *attenuata* Mart.

Mit der Art an demselben Orte.

Jungermannia crenulata Smith.

Auf thonigem Boden im Russhüttenthale bei Saarbrücken. Fruchtreife vom Herbst bis zum Frühling.

Jungermannia albicans Lin. spec.

An feuchten Sandsteinfelsen, an Hohlwegen, in Thalschluchten und dergl. Orten gemein durchs ganze Gebiet. Fruchreife im Frühling.

Scapania Lindenbg.

Scapania nemorosa Nees.

Auf Waldboden, an Felsen, Abhängen und in Hohlwegen der Gebirge häufig, aber selten mit Frucht, welche im Sommer reift. Saarbrücken, Mettlach und Umgegend.

Scapania undulata Nees.

An Steinen in Gebirgsbächen durch die ganze Grauwackenformation verbreitet. Mettlach, Saarhölzbach, Taben u. s. w. steril.

Plagiochila Nees et Monl.

Plagiochila asplenioides Nees.

In schattigen Wäldern auf nackter Erde; am Halberg bei Saarbrücken, am Rothenfels bei St. Arnual u. s. w. Frucht im August.

Digitized by Google

Alicularia Corda.

Alicularia scalaris Nees.

Auf thonigem Waldboden bei St. Arnual unweit Saarbrücken. Früchte vom Herbst bis Frühling.

Laubmoose.

(*Musci frondosi*).

Ordo I. Cleistocarpi.

Tribus I. *Phascaceae.*

Fam. I. Ephemereae.

Ephemerum Hampe.

Ephemerum serratum Hpe.
Phascum — Schreb. de Phasco.

Auf Wiesen zwischen dem Eschberge und Halberge bei Saarbrücken. Octbr. und November.

Ephemerum stenophyllum Schpr. syn.
Phascum — Voit.

Auf Lehmboden in der Wolfsrach bei Zweibrücken (schon früher von Bruch beobachtet). Mai und Juni.

Ephemerella C. Müll.

Ephemerella recurvifolia Schpr.
Ephemerum pachycarpon Hpe.
Phascum — Hedw.

Auf Brachäckern der Muschelkalkhöhen bei Bischmisheim unweit Saarbrücken. November — März.

Physcomitrella Schpr.

Physcomitrella patens Schpr.
Phascum — Hedw.
Ephemerum — Hpe.

Zwischen Gebüsch am Saarufer bei Saarbrücken auf feuchtem Sandboden. Sommer bis Herbst.

Fam. II. Phascaceae.

Sphaerangium Schimp.

Sphaerangium muticum Schpr.
Phascum muticum Schreb.

Digitized by Google

Acaulon muticum C. Müller.

Auf Wiesen am Fusse des Eschbergs bei Saarbrücken. November — März.

Phascum L. Sp. Pl. ex parte.

Phascum cuspidatum Schreb.

Auf Aeckern, Wiesen, an Wegen, in Gräben und an vielen andern Standorten überall im Gebiete verbreitet. März — April.

Variet. piliferum Schreb. (Als Art.)

Auf Wiesen in der Nähe von St. Arnual unweit Saarbrücken. März — April.

var. *curvisetum* Schpr.

Auf Aeckern bei St. Arnual unweit Saarbrücken. März — April.

Phascum bryoides Dicks.

Auf sterilem Boden der Muschelkalkformation am Gyps- und Bietzerberge bei Merzig a. d. Saar. März — April.

Tribus II. *Bruchiaceae.*

Fam. I. Pleuridieae

Pleuridium Schimp.

Pleuridium nitidum bryol. europ.

Phascum nitidum Hedwig

— *axilare* Dicks.

Astomum nitidum Hampe.

An Teichrändern im Deutschmühlenthal, an Wegen, auf Wiesen und in Gräben im Russhütterthale bei Saarbrücken. October — December.

Pleuridium subulatum bryol. europ.

Auf Wiesen, Triften, an Abhängen etc. fast überall im Gebiete. März — Mai.

Pleuridium alternifolium bryol. europ.

Astomum alternifolium Hmp.

Auf Diluvium des bunten Sandsteins bei Merzig und Saarbrücken. Juni.

Fam. II. Bruchieae.

Sporledera Hampe Linnaea XI.

Sporledera palustris Schimp.

Digitized by Google

Pleuridium palustre Br. et Schpr.
Bruchia palustris C. Müll.

Auf schwammig-torfigen Wiesen, an Gräben und Teichrändern. Zwischen Saarbrücken und St. Arnual, Styringer Bruch, Hufschlags Weiher und bei Karcher's Hof unweit Neunkirchen. Mai — Juni.

Tribus III. *Archidiaceae.*

Fam. I. **Archidieae.**

Archidium Bridel.

Archidium alternifolium Bryol. europ.
Phascum — Dicks.

Auf Sand- und Lehmboden an verschiedenen Orten in der Umgegend von Saarbrücken. Meist steril.

Ordo II. **Stegocarpi.**

Tribus I. *Weisiaceae.*

Fam. I. **Weisieae.**

Systegium Schimp.

Systegium crispum Schpr.
Astomum crispum Hampe.
Phascum crispum Hedwig.

Auf Aeckern der Muschelkalkformation bei Bischmisheim unweit Saarbrücken. März — April.

Gymnostomum Schmpr.

Gymnostomum microstomum Hedw.
Weisia microstoma C. Müll.
Hymenostomum mycrostomum R. Br.

Auf Wiesen, unter Gebüsch, an Bergabhängen, Waldrändern etc. Saarbrücken, Merzig, Mettlach u. a. O. April — Mai.

Gymnostomum squarrosum Bryol. eur.
Hymenostomum — Nees et Hornsch.

Auf nakter Erde einer Wiese im Saarthale bei Merzig. September. — October.

Gymnostomum tenue Schrad.
Weisia tenuis C. Müll.

An feuchten Sandstein-Mauern bei Saarbrücken, Merzig und Fremmersdorfer Mühle. Juni — Juli.

Digitized by Google

Weisia Hedwig.
Weisia viridula Bridel.
— *controversa* Hedw.

An Waldabhängen, Sandsteinfelsen, Wegrändern, auf Wiesen und zuweilen auch auf Aeckern, durchs ganze Gebiet verbreitet. März — April.

Weisia cirrhata Hedwig.
Blindia — E. Müll.
Grimmia — Web. et Mohr.

Auf Baumwurzeln, Kohlenschiefer, Porzellaniten u. s. w. Brennender Berg bei Duttweiler unweit Saarbrücken. April — Mai.

Weisia mucronata Bruch in schedul.
— *viridula var. mucronata* E. M.

Auf Lehmboden bei Fechingen; auf Thonschiefer im Russhütter- und Fischbachthale bei Saarbrücken. März — April.

Weisia fugax Hedwig.
Rhabdoweisia fugax bryol. eur.
Weisia stricta Kaulf in Sturm Fl. germ.
Grimmia — Web. et Mohr.

In Felsspalten des bunten Sandsteins bei Saarbrücken und Umgegend, ziemlich gemein; an Grauwackefelsen bei Dreisbach a. d. Saar. Juni.

Fam. II. **Dicraneae.**

Cynodontium Schimper.

Cynodontium Bruntoni bryol. europ.
Dicranum — Smith Engl. Bot.

An Grauwacke-, Porphyr- und Melaphyrfelsen auf dem Schaumberge, Lietermont, Montclair, Cloef. u. s. w. Mai — Juni.

Dichodontium Schimp.

Dichodontium pellucidum bryol. eur.
Bryum pellucidum Linné.
Dicranum pellucidum Hedw.
Angstroemia pellucida C. Müll.

An überrieselten Steinen und nahen Felsrändern in

Digitized by Google

Thalschluchten bei Saarbrücken, Saarburg u. s. w. Herbst — Frühling.

Dicranella Schimp.

Dicranella cerviculata Schpr.

Dicranum cerviculatum Hedwig.

Angstroemia cerviculata C. M.

Auf einer torfhaltigen Wiese in der Nähe vom Schanzenberg bei Saarbrücken. Juni — Juli.

Dicranella varia Schpr.

Dicranum varium Hedw.

Angstroemia varia C. M.

Auf feuchten Aeckern, an Sandsteinfelsen und schattigfeuchten Abhängen bei Saarbrücken, Merzig u. s. w. Herbst.

Dicranella rufescens Schpr.

Angstroemia — C. M.

Dicranum — Turn.

An feuchten Felsen und Abhängen der bunten Sandsteinformation bei Saarbrücken. Herbst.

Dicranella subulata Schpr.

Angstroemia — C. M.

Dicranum subulatum Hedw.

An Sandsteinfelsen bei Saarbrücken (Spicherner Berg, Rothenfels, St. Arnual und in der Nähe der Sembach.) Steril.

Dicranella heteromalla Schpr.

Angstroemia — C. Müll.

Dicranum heteromallum Hedw.

In Wäldern, auf Heiden, an Gräben u. s. w. überall im Gebiete. März — April.

Dicranum Hedwig.

Dicranum montanum Hedwig.

An Baumstämmen und auf faulenden Baumstrünken in Wäldern fast allenthalben im Gebiete, vorzugsweise aber in der Umgegend von Saarbrücken. Steril.

Dicranum flagellare Hedwig.

Auf faulenden Baumstrünken in Wäldern bei Saarbrücken, Fischbach und Duttweiler. Steril.

Dicranum thraustum Schpr.

Dicranum viride Lindbg.

Digitized by Google

Am Grunde alter Buchen und an Baumwurzeln in Wäldern bei Saarbrücken, Duttweiler, im Priemsthale gegenüber Nalbach, auf dem Schaumberge u. s. w. Steril.

Dicranum fulvum Hook.

Dicranum interruptum bryol. europ.

Auf schattigen Sandsteinfelsen bei Saarbrücken, auf Porphyrfelsen am Lietermont und auf Grauwackefelsen bei Keuchingen und Mettlach a. d. Saar. Mit Frucht bei Mettlach. Im Herbst.

Dicranum longifolium Hedwig.

An Baumstämmen in Wäldern bei Saarbrücken, auf Sandsteinblöcken ebendaselbst und auf Felsen in der Grauwackenformation bei Mettlach u. s. w. Steril.

Dicranum scoparium Hedwig.

In Wäldern überall gemein. Juli — August.

Dicranum palustre Lapyl.

Dicranum Bonjeani De Notar.

Auf torfhaltigen Waldwiesen bei Saarbrücken und Mettlach, mit Früchten aber nur im Styringer Bruch. Juli — August.

Dicranum spurium Hedwig.

Auf sandigen Heiden und in Wäldern bei Saarbrücken und Mettlach. An letztgenanntem Orte mit Frucht. Juni und Juli

Dicranum undulatum bryol. eur.

Auf Heiden und in Wäldern durch das ganze Gebiet verbreitet. Juli — August.

Dicranodontium bryol. eur.

Dicranodontium longirostre bryol. eur.

Didymodon longirostrum Web. et Mohr.

An Baumwurzeln im Russhütterthale, am Rande torfhaltiger Wiesen bei Saarbrücken und Duttweiler. Steril.

Dicranodontium sericeum Schpr.

An schattigen überhängenden Sandsteinfelsen um Halberg und am Wege von St. Arnual nach der Sembach bei Saarbrücken. Steril.

Campylopus Bridel.

Campylopus flexuosus Brid.

Digitized by Google

Dicranum flexuosum Hedw.

An Sandsteinfelsen bei Saarbrücken, an Grauwackefelsen bei Mettlach und auf Waldboden daselbst. Bei letztgenanntem Orte mit Frucht im März und April.

Campylopus fragilis bryol. europ.

Dicranum Funkii C. Müller.

An senkrechten Felswänden der bunten Sandsteinformation fast überall, vorzugsweise aber in der Umgegend von Saarbrücken, Merzig, Mettlach, Castel u. s. w. Früchte kommen nur bei Mettlach vor. Ende März — April.

Campylopus torfaceus Bryol. europ.

Dicranum turfaceum C. Müller.

Auf torfigen Waldwiesen und am Grunde nasser Felsen bei Saarbrücken und Mettlach. Mit Frucht in Gräben torfiger Wiesen am Fusse des Peterkopfs bei Mettlach. März und April.

Tribus II. *Leucobryaceae.*

Fam. Leucobryeae.

Leucobryum Hampe.

Leucobryum glaucum Hmp.

Dicranum glaucum Hedw.

In schattig-feuchten Wäldern durchs ganze Gebiet verbreitet, aber höchst selten mit Frucht. März — April.

Tribus III. *Fissidentaceae.*

Fam. Fissidenteae.

Fissidens Hedwig.

Fissidens bryoides Hedwig.

Dicranum bryoides Smith.

An feuchten, sandigen Abhängen, Baumwurzeln, Steinen in schattigen Wäldern auf der Erde und an Bächen; nicht selten in allen Theilen des Gebietes. Decbr. — März.

Fissidens exilis Hedwig.

— *Bloxami* Wils.

An Sandsteinen in feuchten Thalschluchten und Hohlwegen fast überall im Gebiete. December — März.

Fissidens incurvus Schwaeg.

Dicranum incurvum Web. et Mohr.

Digitized by Google

An grasigen Abhängen unter Gebüsch bei Voltzen-Mühle in der Nähe von St. Johann. December. — Januar.

Fissidens incurvus var. *β. pusillus* Schpr. synops.

An feuchten Sandsteinfelsen einer Schlucht am Eschberge bei Saarbrücken. Januar — März.

Fissidens incurvus var. *γ. crassipes* Schpr. synops.

An Sandstein-Mauern eines Bassins in der Fasanerie (Park-Anlage) bei Zweibrücken (zuerst von Ney beobachtet), December und Januar.

Fissidens taxifolius Hedw.

Dicranum taxifolium Swartz.

An schattig-feuchten Abhängen auf Lehmboden, Thonschiefer und Muschelkalk, an Baumwurzeln u. s. w. bei Saarbrücken, Merzig und Umgegend. October — December.

Fissidens adiantoides Hedwig.

Dicranum — Swartz.

Auf torfig-sumpfigen Wiesen, in Erlenbrüchen, schattig-feuchten Wäldern, an Baumwurzeln, Gräben, Felsen und Mauern durch das ganze Gebiet verbreitet. November. — März.

Tribus IV. *Seligeriaceae.*

Fam. I. Seligerieae.

Seligeria bryol. europ.

Seligeria pusilla bryol. eur.

Weisia — Hedwig.

An senkrechten Felswänden der Muschelkalkformation im Saargau bei Mondorf unweit Merzig a. d. Saar. Mai — Juni.

Seligeria recurvata bryol. europ.

Grimmia recurvata Hedwig.

In schattig-feuchten Thalschluchten, unter Gebüsch und an Mauern in der Trias-Formation des Saargebietes. März — Mai.

Campylostelium bryol. eur.

Campylostelium saxicola bryol. eur.

Dicranum saxicola Web. et Mohr.

An kalkhaltigen Sandsteinen in einer Thalschlucht unweit der Goldnen Bremm bei Saarbrücken.

Digitized by Google

Fam. II. **Brachyodonteae.**

Brachyodus Nees et Hornsch.

Brachyodus trichodes. N. et H.

Gymnostomum — Web. et Mohr.

An Sandsteinfelsen bei St. Arnual (Rothenfels) unweit Saarbrücken. October.

Tribus V. *Pottiaceae.*

Fam. I. **Pottieae.**

Pottia Ehrhart.

Pottia minutula bryol. europ.

Gymnostomum rufescens Nees et Hornsch.

Auf Diluvium der Trias, nicht selten durch das ganze Gebiet. December. — Februar.

Pottia cavifolia. Ehrh.

Bryum ovatum Dicks.

Auf Aeckern, lehmigen Mauern und andern ähnlichen Orten der Muschelkalkformation unseres Gebietes. Merzig, Saarbrücken und Umgegend März — April.

var. *incana* Schpr. synops.

Unter der Hauptform bei Merzig.

Pottia truncata bryol. eur.

— *eustoma* Ehrh.

Gymnostomum truncatum Hedwig.

Auf Wiesen, Aeckern, Mauern, Heiden, in Gräben und an Bergabhängen, vorzugsweise in der bunten Saudsteinformation verbreitet. Merzig, Saarlouis, Saarbrücken u. s. w. Frühling.

variet. *major* bryol. eur.

An denselben Lokalitäten, wie voriges. Frühling.

Pottia Heimii Fürnr.

Gymnostomum Heimii Hedw.

An Grabenrändern auf Salzwiesen bei Emmersweiler im Rosselthale unweit Saarbrücken. Mai — Juni.

Anacalypta. Roehl.

Anacalypta lanceolata Roehl.

Pottia lanceolata C. Müll.

Digitized by Google

Weisia lanceolata Hook. et Tayl.
Encalypta — Schl.
An sandigen Abhängen bei Merzig, Saarlouis und Saarbrücken. März — Mai.
Anacalypta caespitosa Nees et Hornsch.
Weisia caespitosa Bruch.
Pottia — C. Müll.
Auf der Grenze des Muschelkalks und bunten Sandsteins am Spicherner Berge bei Saarbrücken. März — April.

Didymodon Hedwig.

Didymodon rubellus bryol. europ.
Trichostomum rubellum Rab.
Weisia recurvirostris Hedw.
Anacalypta recurvirostra Bruch.
In Wäldern, an Mauern, Sandsteinfelsen u. s. w. durch das ganze Gebiet verbreitet. Herbst.
Didymodon cylindricus bryol. europ.
Weisia cylindrica Nees et Hornsch.
Trichostomum cylindricum C. Müll.
Auf schattigen Sandsteinen unter Gebüsch bei Saarbrücken, steril. Mit Früchten auf Montclair bei Mettlach a. d. Saar. Herbst.
Didymodon flexifolius Hook. et Tayl.
Bryum flexifolium Dicks.
Trichostomum — C. Müll.
Leptodontium — Hampe.
An feuchten, schattigen Sandsteinfelsen bei Merzig. März — April.

Eucladium. Bryol. europ.

Eucladium verticillatum Br. et Schpr.
Auf Kalktuff und an überhängenden nassen Sandsteinfelsen auf der Grenze des Muschelkalks und des bunten Sandsteins.
Saarbrücken, Merzig u. s. w. Meist steril.

Digitized by Google

Fam. II. **Ceratodonteae.**

Ceratodon Bridel.

Ceratodon purpureus Brid.
Dicranum purpureum Hedw.
Auf Heiden, in Wäldern, an Wegen, Mauern und Felsen überall im Gebiete verbreitet. März — Mai.

Fam. III. **Trichostomeae.**

Leptotrichum Hampe.

Leptotrichum tortile Hmp.
Trichostomum — Schrad.
Barbula curta Hedwig.
Desmatodon curtus Bridel.
An schattigen Sandsteinfelsen auf der Klaus bei Saarburg; an ähnlichen Lokalitäten im St. Arnualer Stiftswalde und in der Nähe der goldenen Bremm bei Saarbrücken. October — Januar.

variet. *pusillum* Hedwig.
An Kalksteinblöcken im Saargau bei Mondorf unweit Merzig a. d. Saar. Im Frühling mit reifen Früchten gefunden.

Leptotrichum homomallum Hmp.
Didymodon — Hedw.
Trichostomum — Br. et Schpr.
An mässig feuchten Sandsteinfelsen und auf wunder Erde im St. Arnualer Stiftswalde, am Schanzenberge, auf der Klaus bei Saarburg und an vielen anderen Orten des Gebietes. Herbst — Frühling.

Leptotrichum flexicaule Hmp.
Didymodon — Brid.
Trichostomum — Br. et Schpr.
An Kalkfelsen, auf unkultivirtem Boden der Muschelkalkformation des Gebietes. Saarbrücken, Merzig, Mondorf im Saargau, überall gemein, aber nie mit Frucht.

Leptotrichum flexicaule var. *crispa* Schpr. M. S.
Auf Steinen in einem Bache bei Mondorf unweit Merzig a. d. Saar (Muschelkalkformation). Steril.

Digitized by Google

Leptotrichum pallidum Hmp.
Trichostomum — Hedw.
Digymodon pallidus Bals.

In Wäldern auf thonigem Boden bei Saarbrücken, nicht selten. Schwarzenberg, Saarbrücker Stiftswald, in der Nähe der goldnen Bremm u. s. w. Juni — Juli.

Trichostomum Hedwig.

Trichostomum rigidulum Smith.
Didymodon — Hedwig.

Auf Steinen und wunder Erde, an Sandsteinfelsen und schattigen Mauern fast überall im Gebiete. Saarbrücken, Merzig und Umgegend. October — April.

Trichostomum mutabile Bryol. europ.

An Melaphyrfelsen zwischen Idar und Oberstein (Nachbargebiet der Nahe). Steril.

Leptobarbula Winteri Schimp.

M. S. nova Species.

Auf Muschelkalk bei Mondorf unweit Merzig a. d. Saar. Mai.

Barbula Hedwig.

Barbula rigida Schultz Recens.
Tortula enervis Hook. et Tayl. Musc. Br.

Auf Muschelkalk bei Fechingen und Ensheim unweit Saarbrücken. Herbst — Frühling.

Barbula ambigua Bryol. europ.

Auf thonigem Boden, an der Strasse von Saarbrücken nach Forbach. Das ganze Jahr hindurch mit reifen und unreifen Früchten; auch bei Bischmisheim und Merzig.

Barbula aloides Bryol. europ.
Trichostomum aloides Koch.

An Felsen und Mauern der bunten Sandsteinformation bei Saarbrücken, Merzig und Umgegend. März — April.

Barbula unguiculata Hedw.
Tortula — Hook.

Auf Mauern, Sandsteinfelsen, sandigen Abhängen, an Wegen u. s. w. über das ganze Gebiet verbreitet. April.

Digitized by Google

var. *β. cuspidata* Bryol. europ.

Auf Muschelkalk im Saargau bei Mondorf unweit Merzig a. d. Saar. März — April.

var. *γ. apiculata* Schpr. synops.

Sandsteinfelsen am Schanzenberg bei Saarbrücken. März — April.

Barbula fallax Hedw.

An ähnlichen Lokalitäten, wie die vorhergehende Art, jedoch mehr der Kalksteinformation angehörend. Vom Herbst bis zum Frühling.

Barbula fallax var. *elongata* Schpr. M. S.

Auf Muschelkalk bei Merzig a. d. Saar.

Barbula vinealis Brid.

An Mauern und Sandsteinfelsen bei Saarbrücken. Februar — März.

var. *β. flaccida* Bryol. europ.

An Mauern bei Saarhölzbach unweit Mettlach und an Sandsteinfelsen bei Saarbrücken. Steril.

Barbula gracilis Schwgr.

Auf Sandsteinblöcken am Spicherner Berge bei Saarbrücken. April — Mai.

Barbula revoluta Schwgr.

Auf zerfallenen Mauern der alten Burg Orschholz unweit Mettlach a. d. Saar, auf Kalksteinblöcken am Gypsberge bei Merzig, an Sandsteinfelsen bei Saarbrücken und an verschiedenen andern Orten des Gebietes. Juni.

Barbula Hornschuchiana Schultz Recens.

Auf sandig-thonigem Boden unter *Barbula ambigua* in der Nähe der goldnen Bremm bei Saarbrücken. März — April.

Barbula convoluta Hedwig.

Auf Mauern, Sandsteinfelsen, hier und da auf Waldboden, an Wegrändern u. dergl. Orten mehr. Saargemünd, Saarbrücken, Lietermont, Mettlach u. s. w. Mai — Juni.

Barbula inclinata Schwgr. Suppl. I.

Bundsandstein am Spicherner Berge bei Saarbrücken. März — April.

Digitized by Google

Barbula tortuosa Web. et Mohr.

Tortula tortuosa Hook.

Auf Schieferfelsen zwischen Mettlach und Saarburg grosse sterile Rasen bildend. Auf Kalkfelsen bei Merzig und im Saargau bei Mondorf reichlich fruktifizirend. Juni.

Barbula squarrosa De Notar.

Melaphyr- und Porphyrfelsen im Nachbargebiet der Nahe bei Oberstein. Steril.

Barbula muralis Hedwig.

Auf Mauern, Steinen, Felsen, Dachziegeln, am Grunde alter Baumstämme u. s. w. überall gemein. März — Juni.

var. *β. incana* Schpr. synops.

Auf Mauern und Kalkfelsen der Muschelkalkformation bei Saarbrücken, Merzig u. s. w.

var. *γ. aestiva* Schpr. synops.

An schattigen und feuchten Sandsteinmauern im Deutschmühlenthal bei Saarbrücken und auch an verschiedenen andern Orten des Gebietes.

var. *δ. rupestris* Schpr. synops.

Sandsteinfelsen am Spicherner Berge bei Saarbrücken.

Barbula subulata Brid.

Syntrichia — W. et M.

Unter Gebüschen auf Waldboden, am Fusse alter Baumstämme, an Felsen und an Mauern durch das ganze Gebiet verbreitet. Sommer.

var. *β. subinermis* Schpr. synops.

An Felsen, Mauern und Waldboden fast überall im Gebiete. Sommer.

var. *γ. angustifolia* Schpr. M. S.

An Waldrändern im Russhüttenthal bei Saarbrücken. Sommer.

Barbula laevipila Brit.

Tortula — Schwgr.

An Feldbäumen, namentlich Chausseepappeln durchs ganze Gebiet verbreitet. Mai — Juni.

Barbula latifolia Br. et Schpr.

An Feldbäumen, wie vorhergehende Art, aber selte-

Digitized by Google

ner und nur einmal mit Frucht bei Merzig gefunden. Mai — Juni.

Barbula papillosa C. M.
Tortula — Wilson.

An Chausseepappeln bei Saarbrücken nicht selten, bisher aber erst einmal mit noch unreifer Frucht, welche später bei eingetretener trockner Witterung nicht zur Entwickelung gelangte, beobachtet.

Barbula pulvinata Juratzka.

An Kirschenbäumen bei Saarbrücken. Steril.

Barbula ruralis Hedwig.
Syntrichia — Bridel.

Auf Mauern, Felsen, Ziegel- und Strohdächern, am Fusse alter Baumstämme, an Wegrändern u. s. w. gemein durchs ganze Gebiet und nicht selten mit Früchten. Mai — Juni.

var. *β. rupestnis* Bryol. europ.

Auf trocknen, sonnigen Felsen der Muschelkalkformation bei Merzig a. d. Saar und auf Weinbergsmauern bei Saarburg. Juni.

Tribus VI. *Grimmiaceae.*

Fam. I. Cinclidoteae.

Cinclidotus Pal. *Beauvois* Prodr.

Cinclidotus riparius Br. et Schpr.

An Steinen in der Saar bei Hanweiler, Wölferdingen, Saargemünd, Saaresslingen u. s. w. Steril.

Cinclidotus fontinaloides Pal. B.
Gümbelia — C. Müll.

An Steinen und Baumwurzeln in der Saar oberhalb Saargemünd; ausserdem an Felsen und Steinen in der Saar bei Dreisbach, Mettlach, Saarburg u. s. w. sehr häufig und reichlich fruktifizirend. April — Juli.

Fam. II. Grimmieae.

Grimmia Chr.

Grimmia sphaerica Schpr.
Schistidium pulvinatum Brid.

Digitized by Google

Grimmia Hoffmanni C. Müller.

An Felsen der Grauwackenformation im nördlichen Theile des Gebietes bei Serrig unweit Saarburg. März — April.

Grimmia apocarpa Hedwig.
Schistidium apocarpum Br. et Schpr.

Auf Mauern, Steinen, Felsen, Dachziegeln und zuweilen auch am Fusse alter Baumstämme durch das ganze Gebiet verbreitet. März — April.

var. *β. gracilis* Bryol. europ.

Auf Felsblöcken in Gebirgsbächen der Grauwackenformation bei Mettlach und Umgegend. März — April.

var. *γ. rivularis* Bryol. europ.

An ähnlichen Stellen wie vorige Art, aber weit seltener. Dreisbach, Steinbach, Mettlach und im Nachbargebiete der Nahe zwischen Idar und Oberstein. März — April.

Grimmia orbicularis Br. et Schpr.
Gümbelia — (Hmpe) C. M.
Dryptodon obtusus Brid.

Auf Felsen und Mauern der Muschelkalkformation am Bietzerberge unweit Merzig. April.

Grimmia pulvinata Sm.
Dryptodon — Brid.
Dicranum — Schw.
Fissidens — Hedw.

Auf Felsen, Steinen, Mauern, Dächern u. s. w. überall im Gebiete. April.

Grimmia Schultzii Brid.
— *funalis* Bryol. europ.
Dryptodon — Brid.

Auf Sandsteinfelsen bei St. Arunal unweit Saarbrücken; Porphyr- und Conglomeratfelsen am Lietermont; Melaphyr am Schaumberge bei Tholey; Grauwacke, Schiefer u. s. w. im nördlichen Theile des Gebietes bei Mettlach, Orscholz, Dreisbach u. s. w. März — April.

Grimmia trichophylla Grev.

Vorzugsweise auf Sandsteinfelsen bei Saarbrücken, St.

Digitized by Google

Arnual und auch im nördlichen Theile des Gebietes bei Dreisbach. April — Mai.

Grimmia Hartmanni Schpr. synops.
— *incurva* (Schwgr.) Hartm.

Auf Felsblöcken der Grauwackenformation bei Mettlach, Keuchingen u. s. w. Steril.

Grimmia ovata Web. et Mohr.

Porphyr- und Conglomeratfelsen auf dem Lietermont; Grauwacke in der Umgegend von Mettlach; Schieferfelsen Saar abwärts bis Saarburg. Spätsommer.

Grimmia leucophaea Grev.

Auf Sandsteinfelsen bei Merzig, Schieferfelsen bei Serrig und Saarburg; Grauwackenfelsen zwischen Dreisbach, Steinbach und Mettlach. März — April.

Grimmia commutata Hübener.
Gümbelia — (Hmpe) C. M.

Auf Mauern bei Saarbrücken, an Sandsteinfelsen bei Emmersweiler und St. Nicolaus, auf einem Ziegeldache bei Mondorf im Saargau und auf Felsen der Grauwackenformation bei Dreisbach und Steinbach a. d. Saar. März — April.

Grimmia montana Bryol. europ.
Gümbelia — Hampe in Linnaea.

An senkrechten Felswänden der Grauwackenformation bei Mettlach a. d. Saar. April

Racomitrium Brid.

Racomitrium aciculare Brid.

An überrieselten Felsblöcken in Gebirgsbächen der Grauwackenformation zwischen Dreisbach und Mettlach a. d. Saar. März — April. (Auch im Nachbargebiete der Nahe an ähnlichen Stellen zwischen Idar und Oberstein.)

Racomitrium protensum Alex. Braun.

Auf Felsen der bunten Sandsteinformation bei St. Arnual und am Spicherner Berge unweit Saarbrücken. Steril.

Racomitrium heterostichum Brid.
Trichostomum — Hedw.

Digitized by Google

Grimmia heterosticha C. M.

Auf Felsen, Mauern, Steinen u. s. w. oft in grosser Menge durch das ganze Saargebiet verbreitet. März — Mai.

Racomitrium fasciculare Brid.

Auf Sandsteinfelsen am Spicherner Berge bei Saarbrücken. Steril.

Racomitrium lanuginosum Brid.

Trichostomum — Hedwig.

Grimmia lanuginosa C. M.

Auf ausgelaugtem Alaunschiefer und Porzellaniten am brennenden Berge bei Dudweiler unweit Saarbrücken, am häufigsten aber in der Grauwackenformation bei Mettlach und Umgegend. April — Juni.

Racomitrium canescens Brid.

Trichostomum — Hedw.

Grimmia — C. N.

Auf Haiden, unkultivirten Plätzen, Mauern, Felsen, Steinen u. s. w. häufig im ganzen Gebiete, doch nicht überall mit Frucht. März — Mai.

var. *β. prolixum* Bryol. europ.

Auf dem Kaninchenberge bei Saarbrücken. Steril.

var. *γ. ericoides* Bryol. europ.

Auf Sandsteinfelsen am Spicherner Berge bei Saarbrücken. April — Mai.

Fam. III. Hedwigieae.

Hedwigia Ehrh.

Hedwigia ciliata Hedw.

Pilotrichum ciliatum C. M.

Auf Mauern und Felsen durch das ganze Gebiet verbreitet. März — April.

var. *β. leucophaea* Schpr. synops.

Auf Felsen der Grauwackenformation im nördlichen Theile des Gebietes. März — April.

Fam. IV. Zygodonteae.

Amphoridium Schpr. synops.

Amphoridium Mougeotii Schpr.

Zygodon — Bryol. europ.

Digitized by Google

An senkrechten Felswänden der bunten Sandsteinformation bei Saarbrücken. Steril.

Zygodon Hook. et Tayl.

Zygodon viridissimus Brid.
Gymnostomum viridissimum Smith.

An alten Baumstämmen in Buchenwäldern bei Saarbrücken, Merzig, Mettlach und Saarburg. Steril.

Fam. V. **Orthotricheae.**

Ulota Mohr.

Ulota Ludwigii Brid.
Orthotrichum Ludwigii Brid.

An Baumstämmen in Laubholzwaldungen bei Saarbrücken, Merzig, Mettlach u. s. w. October — November.

Ulota Hutchinsiae Schpr.

Auf Felsen im Grauwackengebirge bei Mettlach und Umgegend. März — Mai.

Ulota Bruchii Brid.
Orthotrichum Bruchii Wils.

An Baumstämmen in Laubholzwaldungen durch das ganze Gebiet verbreitet. Sommer.

Ulota crispa Brid.
Orthotrichum crispum Hedw.

An Waldbäumen fast überall im Gebiete. August — September.

Ulota crispula Bird.
Orthotrichum crispulum Hornsch.

An denselben Stellen, wie die beiden vorhergehenden Arten. Früchte reifen aber schon im Frühjahr.

Orthotrichum Hedwig.

Orthotrichum cupulatum Hoffm.

Auf Kalksteinblöcken am Gypsberge bei Merzig a. d. Saar. Mai — Juni.

Orthotrichum Sturmii Hoppe.

An Felsen im Grauwackengebirge bei Mettlach und

Digitized by Google

Umgegend, an Porphyr- und Conglomeratfelsen auf dem Lietermont bei Dillingen; auf Melaphyrblöcken am Schaumberge bei Tholey und an verschiedenen andern Orten des Gebietes. März — April.

Orthotrichum anomalum Hedw.

— *aureum* Mart.

Auf Felsen, Mauern, Steinen u. s. w. überall im Gebiete verbreitet. März — April.

Orthotrichum obtusifolium Schr.

An Chausseepappeln bei Saarbrücken und an Weiden bei St. Wendel. Juni.

Orthotrichum pumilum Schw.

An Chausseepappeln bei Saarbrücken und Merzig. Mai — Juni.

Orthotrichum tenellum Bruch.

An Feldbäumen fast überall. Mai.

Orthotrichum affine Schrad.

An Wald- und Feldbäumen gemein. Sommer.

Orthotrichum fastigiatum Brid.

An Feldbäumen bei Saarbrücken und Merzig. April — Mai.

Orthotrichum patens Brid.

An Chausseepappeln bei Saarbrücken. Mai.

Orthotrichum Rogeri Brid. Bryol. un.

An Chausseepappeln zwischen Saarbrücken und Forbach. Juni — Juli.

Orthotrichum speciosum Nees ab Esenb.

An Wald- und Feldbäumen überall verbreitet. Sommer.

Orthotrichum rupestre Schleich.

Auf Felsen im Grauwackengebirge bei Mettlach a. d. Saar, auf dem Lietermont und am Schaumberge bei Tholey.

Orthotrichum stramineum Hornsch.

An Wald- und Feldbäumen bei Saarbrücken; in grosser Menge auf dem Schaumberge bei Tholey. Juni.

Orthotrichum pallens Bruch.

Digitized by Google

An Chausseepappeln bei Saarbrücken u. Mettlach. Mai.

Orthotrichum rivulare Turner.

Auf Felsblöcken in Gebirgsbächen der Grauwackenformation bei Mettlach a. d. Saar. Auch im Nachbargebiete der Nahe bei Oberstein. Juni.

Orthotrichum leucomitrium Bruch.

An Chausseepappeln bei Saarbrücken, Tholey, Merzig u. s. w. Mai — Juni.

Orthotrichum diaphanum Schrad.

An Feldbäumen überall gemein. März — April.

Orthotrichum Winteri Schpr. in supplem.

An den Stämmen und Aesten von *Fraxinus excelsior*, *Carpinus Betulus*, *Corylus avellana*, *Acer campestre*, *Lonicera Periclymenum* etc., auf dem Gipfel des Schaumbergs bei Tholey. Juli — August.

Orthotrichum leiocarpum Br. et Schpr.

An Wald- und Feldbäumen fast überall im Gebiete. April — Mai.

Orthotrichum Lyellii Hook. et Tayl.

An Wald- und Feldbäumen gemein, doch selten mit Frucht, welche im Juli und August reift.

Fam. VI. **Tetraphideae.**

Tetraphis Hedwig.

Tetraphis pellucida Hedw.

Georgia Mnemosynum Ehr.

In Laubholzwaldungen auf faulenden Baumstrünken und Baumwurzeln, an schattigen Sandsteinfelsen, sandigen Abhängen und ähnlichen Lokalitäten fast überall in den gebirgigen Theilen des Gebietes. Frühling.

Fam. VII. **Encalypteae.**

Encalypta Schreb.

Encalypta vulgaris Hedw.

Auf Mauern und Felsblöcken, welche mit Erde bedeckt sind. Saarbrücken, Fechingen, Merzig u. s. w. März — April.

Digitized by Google

Encalypta ciliata Hedw. Spec. Musc.

Auf Grauwacke im Saarthale zwischen Dreisbach und Mettlach. Mai und Juni.

Encalypta streptocarpa Hedwig.

Auf Felsen, Mauern, Steinen und Baumwurzeln bei Saarbrücken, Merzig, Dreisbach, Mettlach u. s. w. Juni — Juli.

Tribus VII. - *Schistostegaceae.*

Fam. **Schistostegeae.**

Schistostega Mohr.

Schistostega osmundacea W. et M.

Mnium osmundaceum Dicks.

Gymnostomum osmundaceum Smith.

In höhlenartigen Vertiefungen des Porphyrs auf dem Lietermont; an ähnlichen Stellen der bunten Sandsteinformation bei Dreisbach a. d. Saar und auf der Klaus unweit Saarburg. Vorsommer.

Tribus VIII. *Funariaceae.*

Fam. **Physcomitreae.**

Physcomitrium Bridel.

Physcomitrium pyriforme Brid.

Gymnostomum — Hedw.

In Gräben, auf feuchten Aeckern, Wiesen u. s. w. gemein. Frühling.

Entosthodon Schwgr.

Entosthodon fasciculare Schpr. synops.

Physcomitrium — Bryol. europ.

Gymnostomum — Hedwig.

An ähnlichen Lokalitäten wie vorhergehende Art und auch ebenso gemein. April.

Funaria Schreb.

Funaria hygrometrica Hedw.

Das allergemeinste Moos im ganzen Gebiete, es bewohnt fast alle der Fruchtigkeit ausgesetzte Orte — Mauern, Gräben, Waldplätze, Wiesen, Wegeränder u. s. w. Die Früchte reifen im Sommer.

Eine eigenthümliche Varietät dieser Species mit kur-

Digitized by Google

zem, steifem Stielchen und einer fast aufrechten Kapsel wächst an feuchten Sandsteinfelsen am sogenannten Triller bei Saarbrücken.

Tribus IX. *Bryaceae.*

Fam. I. Bryeae.

Leptobryum Schpr.

Leptobryum pyriforme Schpr.
Bryum — Hedw.
Webera pyriformis Hedw.

An schattigen Mauern und Sandsteinfelsen, in Gräben torfig-sumpfiger Wiesen und zuweilen auch an Brunnentrögen. Saarbrücken, Styringer Bruch, Emmersweiler Salzwiesen u. s. w. Juni — Juli.

Webera Hedw.

Webera elongata Schwgr.
Bryum elongatum Dicks.

An Sandsteinfelsen und bewaldeten Abhängen bei Merzig und Saarbrücken. Juli — August.

Webera nutans Hedw.
Bryum — Schreb.

Auf trocknem Waldboden fast überall im Gebiete. Sommer.

Webera cruda Schimp. Coroll.
Bryum crudum Schreb. Spicil. Fl. Lips.

An überhängenden Sandsteinfelsen am Spicherner Berge bei Saarbrücken. Juli — August.

Webera annotina Schwgr.
Bryum annonitum Hedwig.

Auf feuchtem Sandboden am Rande des Hufschlags Weiher unweit St. Johann in Gesellschaft von *Atrichum tenellum* und *Sporledera palustris*. Juni — Juli.

Bryum Dillen. emend.

Bryum pendulum Schpr.
— *cernuum* Bryol. europ.

An Sandsteinfelsen bei Saarbrücken, nicht selten. Mai — Juni.

Digitized by Google

Bryum inclinatum Bryol. europ.

Pohlia inclinata Swartz.

Cladodium inclinatum Brid.

Auf Sandsteinfelsen bei Saarbrücken, doch seltener als die vorhergehende Art. Mai — Juni.

Bryum obconicum Bryol. europ.

An Sandsteinfelsen unter *Bryum intermedium* und *Funaria hygrometrica* bei Saarbrücken. März — Juni.

Bryum lacustre Brid.

Auf feuchtem Sandboden eines ausgetrockneten Weihers zwischen Neunkirchen und Limbach. Juni — Juli.

Bryum intermedium Br. et Schp.

Webera intermedia Schwgr.

An Sandsteinfelsen bei Saarbrücken. Vom Frühling bis Herbst mit reifen und unreifen Früchten.

Bryum bimum Schreb.

Auf sumpfigen Wiesen und ähnlichen Lokalitäten der Muschelkalkformation im ganzen Gebiete verbreitet. Juni.

Bryum pallescens Schleich.

An Felsen der Grauwackenformation bei Steinbach a. d. Saar, in grosser Menge. Mai — Juni.

Bryum erythrocarpum Schwgr.

Auf Waldboden bei St. Arnual unweit Saarbrücken. Sommer.

Bryum atropurpureum W. et M.

Auf thonigem Boden im Russhütterthale bei Saarbrücken, auf Kohlenschiefer zwischen Rockershausen und Völklingen und an Grabenrändern bei Fremmersdorf unweit Merzig a. d. Saar. Sommer.

Bryum alpinum Linné.

In der Grauwackenformation bei Saarhölzbach a. d. Saar und ausserdem auf dem Weisselberge bei Oberkirchen unweit St. Wendel. Auch auf Buntsandstein bei Saarbrücken. Steril.

Bryum caespiticium Linné.

Fast auf allen Mauern, Sandsteinfelsen, Steinen u. s. w. durch das ganze Gebiet verbreitet. Anfang Sommer.

Digitized by Google

Bryum argenteum L.

An ähnlichen Standorten, wie die vorhergehende Art, aber auch häufig auf unkultivirten Plätzen, an Wegerändern und sandigen Abhängen überall verbreitet. März — April.

Bryum capillare Dillen. Linné.

An Sandsteinfelsen, Mauern, Steinen, Baumwurzeln und auch häufig auf Waldboden aller Gebirgsformationen des Gebietes. Mai — Juni.

Bryum obconicum Hornsch. in litt. ad Bruch.

Im Ernstweiler Thälchen bei Zweibrücken (Bruch), aber auch in grösserer Menge am Rothenfels bei St. Arnual unweit Saarbrücken. Mai — Juni.

Bryum pseudotriquetrum Schwgr.
— *ventricosum* Swartz.

Auf torfigen Wiesen bei Saarbrücken und Umgegend. Mai — Juni.

var. *β. gracilescens* Schpr. synops.

Im Styringer Bruch bei Saarbrücken.

var. *δ. cavifolium* Schpr. synops.

Am Rande des Drathzuger Weihers im Deutschmühlenthale bei Saarbrücken.

Bryum turbinatum Hedw.

Auf feuchten sandigen Wiesen, an Sandsteinfelsen des Saarufers und an feuchten Abhängen des bunten Sandsteins bei Saarbrücken, Merzig u. s. w. Juni.

Bryum roseum Schreb.
Mnium — Hedw.

An grasigen Abhängen auf Thonboden im Fischbachthale bei Saarbrücken. Steril: bei Mettlach mit Frucht. Herbst.

Mnium Linné emend.

Mnium cuspidatum Hedw.

In schattigen Laubholzwaldungen, an Felsen, feuchten Mauern u. dergl. Orten. Saarbrücken, Merzig, Mettlach.

Digitized by Google

Mnium affine Bland.

Im Styringer Bruch bei Saabrücken und auf mehreren andern torfhaltigen Waldwiesen des Gebietes. Steril.

Mnium insigne Mitt.

— *Seligeri* Jur.

Auf nassen bruchigen Wiesen fast überall im Gebiete verbreitet. Steril.

Mnium undulatum Hedw.

Bryum dendroides Dill.

— *ligulatum* Schreb.

Auf feuchten Waldwiesen, im Schatten der Gesträuche, in Thalschluchten, an Bergabhängen u. s. w. durch das ganze Gebiet verbreitet. Mai — Juni.

Mnium rostratum Schwgr.

Bryum — Sm.

An nassen Mauern, Felsen, Steinen, unter Gebüsch und in schattigen Laubholzwaldungen. Saarbrücken, Merzig, Mettlach. April — Mai.

Mnium hornum Linn.

An schattigen Waldabhängen, Sandseinfelsen, Baumwurzeln und auf faulenden Baumstrünken fast überall im Gebiete verbreitet. Frühling.

Mnium serratum Bridel.

Bryum — Schrader.

— *marginatum* Dicks.

An feuchten Felsen und Waldabhängen bei St. Arnual; in einer schattigen Thalschlucht bei der Goldnen Bremm unweit Saarbrücken. Mai — Juni.

Mnium stellare Hedwig.

Bryum Polla stellari Bridel.

An überhängenden Sandsteinfelsen, in feuchten Thalschluchten und an schattigen Waldabhängen. St. Arnual, Saarbrücken, Merzig, Mettlach u. s. w. März — Mai.

Mnium punctatum L.

An ähnlichen Orten, wie die vorhergehende Art, aber häufiger verbreitet. Herbst.

Digitized by Google

Fam. II. **Aulacomnieae.**

Aulacomnium Schwgr.

Aulacomnium androgynum Schwgr.

Mnium — Linné.

An überhängenden Sandsteinfelsen, feucht-schattigen Abhängen, alten Mauern, auf faulenden Baumstrünken und Baumwurzeln in der Umgebung von Saarbrücken ein häufiges, aber nur mit Pseudopodien vorkommendes Moos. Mit Frucht auf morschen Baumstrünken im Ludowinuswalde bei Mettlach a. d. Saar. Juni.

Aulacomnium palustre Schwgr.

Mnium — Linné.

Auf torfigen Wiesen in Sümpfen und an andern ähnlichen Orten fast überall im Gebiete. Juni.

Fam. III. **Bartramieae.**

Bartramia Hedwig.

Bartramia ithyphylla Brid.

An Felsen, vorzugsweise in den gebirgigen Gegenden des Saargebietes allgemein verbreitet. Saarbrücken, Mettlach u. s. w. Sommer.

Bartramia pomiformis Hedwig.

An Felsen, Abhängen, Baumwurzeln und auf Waldboden, häufiger, als die vorhergehende Art. Mai — Juni.

var. *β. crispa* Schpr. synops.

An schattigen Felswänden hier und da im Gebiete. Juni.

Philonotis Bridel.

Philonotis marchica Brid.

Bartramia — Bryol. europ.

Auf schwammigtorfigen Wiesen fast überall im Gebiete, aber mit Früchten bisher nur im Styringer Bruch bei Saarbrücken. Juni — Juli.

Philonotis fontana Brid.

Bartramia — —

An Quellen, Bach- und Flussufern, auf sumpfigen Wiesen und Torfboden fast überall. Juni — Juli.

Digitized by Google

Philonotis calcarea Br. et Schpr.
Bartramia — —

Auf sumpfigen Wiesen und nassen mit Erde bedeckten Felsen der Muschelkalkformation bei Saarbrücken und Merzig. Steril.

Tribus IX. *Polytrichiaceae.*

Fam. I. **Polytricheae.**

Atrichum Pal. Beauv.

Atrichum undulatum P. B.
Catharinea callibryon Ehrh.
Polytrichum undulatum Hedw.

Auf Haiden, in Wäldern und andern ähnlichen Lokalitäten durchs ganze Gebiet. Herbst — Winter.

Atrichum tenellum Br. et Schpr.
Catharinea tenella Rochling.

Auf feuchtem Sandboden am Rande vom Hufschlagsweiher bei St. Johann und an ähnlichen Standorten zwischen Neunkircken und Limbach. Juli — August.

Pogonatum Pal. Beauv.

Pogonatum nanum P. B.
Polytrichum pumilum Hedw.
— *nanum* Dill.

Auf Haiden, in Wäldern, Hohlwegen, an Sandsteinfelsen und Wegerändern fast überall im Gebiete. März — April.

Pogonatum aloides P. B.
Polytrichum — Hedw.

An ganz denselben Standorten, wie vorige Art. Frühling.

Pogonatum urnigerum Brid.
Polytrichum — Linné.

Diese Art gehört vorzugsweise der bunten Sandsteinformation an und findet sich daher häufig bei Saarbrücken und Umgegend. Winter.

Polytrichum Dillen. Linné emend.

Polytrichum gracile Menzies.
— *longisetum* Swartz.

Digitized by Google

Auf torfigen Waldwiesen. (Im Styringer Bruch bei Saarbrücken u. s. w.) Juni.

Polytrichum formosum Hedwig.

An feuchten Sandsteinfelsen, an Gebirgsbächen, auf torfigen Waldwiesen und noch ähnlichen Stellen bei Duttweiler, Saarbrücken, St. Arnual, Mettlach u. s. w. Sommer.

Polytrichum piliferum Schreb.

Auf trocknen Haiden, Sandsteinfelsen, an steinigen Abhängen, unkultivirten Orten u. s. w. durch das ganze Gebiet verbreitet. April.

Polytrichum juniperinum Hedwig.

In Laubholzwaldungen der bunten Sandsteinformation um Saarbrücken nicht selten; auch in den übrigen Theilen des Gebietes fast überall verbreitet. Juni.

Polytrichum strictum Menzies.

Auf torfig-sumpfigen Wiesen. Im Styringer Bruch; bei St. Nicolas, bei Duttweiler u. s. w. Juni — Juli.

Polytrichum commune L.

Auf sumpfigen Wiesen, in Wäldern, an Teichrändern und überhaupt vielen bruchigen Waldstellen. Sommer.

var. *γ. humile* Schpr. synops.

Am Halberger Weiher bei Saarbrücken. Juni — Juli.

Tribus X. *Buxbaumiaceae.*

Familia unica.

Diphyscium Mohr.

Diphyscium foliosum Mohr.
Buxbaumia foliosa L.

Auf der Erde und an Sandsteinfelsen in Laubholzwäldern fast überall im Gebiete. Juli — September.

Buxbaumia Haller.

Buxbaumia aphylla Hall.

Auf faulenden Baumstrünken, in Hohlwegen und an waldigen Abhängen bei Saarbrücken, Spiessen, Merzig und auf Montclair. April — Mai.

Digitized by Google

Ordo III. **Pleurocarpi.**

Tribus I. *Fontinalaceae.*

Fam. I. **Fontinaleae.**

Fontinalis Dill.

Fontinalis antipyretica Linné.

Pilotrichum antipyreticum C. M.

An Steinen und Baumwurzeln in Bächen bei Saarbrücken, Merzig, Saarhölzbach und Taben a. d. Saar. Sommer.

Fontinalis squamosa.

var. *latifolia* Schpr.

An Steinen im Idarbach am Wege von Oberstein nach Idar (Nahe-Gebiet). Steril.

Tribus II. *Neckeraceae.*

Neckera Hedwig.

Neckera pennata Hedw.

An alten Buchen in Hochwaldungen des Gebietes. St. Arnualer Stiftswald. Russhütter- und Fischbachthal, Neuhaus und Schwarzenberg bei Saarbrücken. Früchte spärlich. Frühling.

Neckera pumila Hedwig.

An ältern und jüngern Baumstämmen in Laubholzwaldungen fast überall im Gebiete. April — Mai.

Neckera crispa Hedwig.

An Waldbäumen, Felsen, Mauern und steinigen Abhängen durch das ganze Gebiet. Frühling.

Neckera Philippeana Br. et Schpr.

An ältern und jüngern Waldbäumen bei Saarbrücken. Steril.

Diese Art wird von vielen Bryologen für eine kleinere Form von *Neckera pumila* gehalten, unterscheidet sich jedoch wesentlich von dieser und ist sehr leicht an den zarten, dünnen, kriechenden Aesten zu erkennen.

Neckera complanata Br. et Schpr.

An Waldbäumen und Gesträuchen, seltener an Steinen oder Felsen. Früchte selten. März — April.

Digitized by Google

Homalia Brid.

Homalia trichomanoides Bryol. europ.
Hypnum — Schreb.
Leskea — Hedwig.
Neckera — Hartm.

Am Grunde alter Baumstämme, Baumwurzeln, an Steinen und Felsen in schattig-feuchten Wäldern, fast überall. Herbst bis Winter.

Fam. II. Leucodonteae.

Leucodon Schwrg.

Leucodon sciuroides Schwgr.
Hypnum — Sinnl.
Neckera — C. Müll.

An Wald- und Feldbäumen gemein, seltener an Steinen und Felsen. Früchte selten. Frühliug.

Antitrichia Bridel.

Antitrichia curtipendula Bryol. eur.
Neckera — Hedwig.
Anomodon curtipendulus Hook.

Am Grunde älterer Waldbäume und an Felsen. Saarbrücken, Merzig, Steinbach, Mettlach, Saarhölzbach, Montclair, Lieftermont, Schaumberg und auf dem Spiemontl. März — April.

Tribus III. *Hookeriaceae.*

Fam. I. Hookerieae.

Pterygophyllum Bridel.

Pterigophyllum lucens Brid.
Hookeria — Smith.
Hypnum — Hedwig.

Bruchige Waldstellen im Russhütter Thale bei Saarbrücken, am Grunde nasser Felsen in der Grauwackenformation bei Taben a. d. Saar und ausserdem an einigen andern Lokalitäten dieser Gegend. Herbst — Frühling.

Digitized by Google

Tribus IV. *Leskeaceae.*

Fam. I. Leskeeae.

Leskea Hedwig.

Leskea polycarpa Ehrh.
Hypnum polycarpum C. M.
— *medium* Dicks.

An Feldbäumen, besonders, Chausseepappeln gemein. Frühling.

Anomodon Hook. et Tayl.

Anomodon longifolius Hartm.
Hypnum longifolium C. M.

Am Grunde alter Kalksteinmauern im Saargau bei Mondorf unweit Merzig, an Baumwurzeln und Sandsteinfelsen im St. Arnualer Stifts-Walde bei Saarbrücken. Steril.

Anomodon attenuatus Hartm.
Hypnum attenuatum Schreb.

An Felsen, Baumstämmen, Baumwurzeln, auf alten Baumstrünken und Waldboden durch das ganze Gebiet verbreitet. Steril. Mit Frucht bei Ponten zwischen Merzig und Mettlach. Herbst.

Anomodon viticulosus Hook et Tayl.

Mit voriger Art an gleichen Standorten. März — April.

Fam. II. Thuidieae.

Thuidium Schimp.

Thuidium tamariscinum Schpr.
Hypnum — Hedwig.
— *deticatulum* C. M.

In Erlenbrüchen, auf faulenden Baumstrünken, schattigfeuchtem Waldboden und am Grunde älterer und jüngerer Waldbäume. November. — December.

Thuidium delicatulum Schpr.
Hypnum — Linné
— *tamariscinum* C. M.

Auf nassen Wiesen immer steril, dagegen mit reichlichen Früchten versehen im Saargau bei Mondorf unweit Merzig. September. — October.

Digitized by Google

Thuidium abietinum Schpr.
Hypnum — Linné.

An unkultivirten, grasigen Abhängen, auf Sandsteinfelsen, alten Mauern, Haiden und Triften, überall im Gebiete gemein, aber nirgend mit Frucht.

Tribus V. *Hypnaceae.*

Fam. I. Pterogonieae.

Pterigynandrum Hedwig

Pterigynandrum filiforme Hedw.
Pterogonium — Schwgr.
Leptohymenium — Hueb.

An Felsen und Waldbäumen in den Gebirgen unseres Gebietes häufig und mit Früchten vorkommend. Mai — Juni.

Pterogonium Swartz.

Pterogonium gracile Sw.
Leptohymenium — Hedwig.
Neckera gracilis C. M.

An Felsen auf dem Lietermont, Schaumberge, Montclair, der Cloef und vielen andern Orten, aber nirgends bisher mit Früchte beobachtet.

Fam. II. Cylindrothecieae.

Platygyrum Br. et Schpr.

Platygyrum repens Br. et Schpr.
Pterigynandrum — Brid.
Pterogonium — Schwgr.
Leptohymenium — Hampe.

An Grauwackefelsen bei Dreisbach und an Baumstämmen auf Montclair. Steril.

Cylindrothecium Schpr. Bryol. eur.

Cylindrothecium concinnum Schpr.
Hypnum — De Notar.
Neckera orthocarpa C. M. synops.

Auf Wiesen und unbebauten Orten der Muschelkalkhöhen bei Saarbrücken und Merzig. Steril.

Digitized by Google

Climacium Web. et Mohr.
Climacium dendroides W. et Mohr.
Hypnum — Dill.
Leskea — Hedwig.

In Gräben, auf sumpfigen Wiesen und an ähnlichen Orten überall im Gebiete verbreitet. Herbst — Winter.

Fam. III. **Pylaisieae.**

Pylaisia polyantha Schpr.

Leskea — Hedwig.
Hypnum polyanthos Schreb.

An Chausseepappeln bei Saarbrücken. Vom Herbst — Frühling.

Fam. IV. **Hypneae.**

Isothecium Bridel.

Isothecium myurum Brid.
Hypnum — —
Leskea curvata Voit.

In Wäldern auf Steinen, Felsen und Baumstrünken, am Fusse alter Waldbäume und an Baumwurzeln, überall sehr verbreitet. März — April.

var. *β. elongatum* Bryol. eur.

Am Rothenfels bei St. Arnual unweit Saarbrücken. März — April.

Homalothecium Schpr. bryol. eur.

Homalothecium sericeum Schpr.
Hypnum — Linné.
Leskea sericea Hedwig.

An Baumstämmen, Felsen, alten Mauern und anderen ähnlichen Lokalitäten, gemein. Herbst — Frühling.

Camptothecium Schpr. bryol. eur.

Camptothecium lutescens Schpr.
Hypnum — Huds.

Auf Steinen, an Abhängen und Waldrändern, vorzugsweise auf den Höhen des Muschelkalks. April — Mai.

Camptothecium nitens Schpr.
Hypnum — Schreb.

Digitized by Google

Auf sumpfigen Wiesen überall im Gebiete verbreitet; mit Früchten, welche im Mai reifen, im Styringer Bruch bei Saarbrücken.

Brachythecium Schpr. Bryol. eur.

Brachythecium salebrosum Schpr.
Hypnum — Hoffm.

An grasigen Abhängen, auf Steinen und Baumwurzeln sehr gemein, aber nicht überall mit Früchten. Herbst.

Brachythecium glareosum Br. eur.

An ähnlichen Stellen, wie die vorhergehende Art, aber nicht so häufig, als diese. Saarbrücken, Merzig u. s. w. Herbst — Winter.

Brachythecium Mildeanum Schpr.

Auf sumpfigen Wiesen. Styringer Bruch, Emmersweiler u. s. w. Sommer.

Brachythecium albicans Schpr.

Auf Strohdächern, an Wegrändern und grasigen Abhängen ziemlich häufig durch das ganze Gebiet. März — April.

Brachythecium velutinum Schpr.
Hypnum — Linné.

Auf Steinen, alten Baumstrünken, Baumwurzeln, schattigen Sandsteinfelsen und an Waldabhängen im ganzen Gebiete anzutreffen. März — April.

Brachythecium rutabulum Schpr.
Hypnum — Linné.

An denselben Standorten wie die vorhergehende Art. Herbst — Frühling.

var. *γ. flavescens.* Bryol. eur.

An grasigen Abhängen im Russhütter-Thale bei Saarbrücken.

Brachythecium campestre Schpr.
Hypnum — Bruch.

Auf Baumstrünken, an grasigen Abhängen und auf Steinen bis jetzt nur bei Saarbrücken und Merzig. Herbst — Frühling.

Brachythecium rivulare Br. et Schpr.

Digitized by Google

An überrieselten Sandsteinfelsen in Thalschluchten bei Saarbrücken. Herbst.

Brachythecium populeum Br. et Schpr.
Hypnum — Hedwig

Auf Steinen und Baumwurzeln, an Felswänden und alten Mauern, besonders in Laubholzwaldungen unseres Gebietes. Herbst — Frühling.

Brachythecium plumosum Br. et Schpr.

An Baumwurzeln, auf Steinen, Felsen und alten Mauern bei Fischbach, Russhütte u. s. w., auf dem Schaumberge bei Tholey, im Grauwackengebirge bei Saarburg, Saarhölzbach und Keuchingen. März — April.

Scleropodium Schpr. Bryol. eur.

Scleropodium illecebrum Bryol. eur.
Hypnum — Schreb.

Auf Sandsteinfelseu am Spicherner Berge bei Saarbrücken. Steril.

Eurhynchium Schpr. Bryol. europ.

Eurhynchium myosuroides Br. eur.

An Felsen, Steinen, Baumstämmen und Baumwurzeln fast überall in den gebirgigen Theilen unseres Gebietes. Frühling.

Eurhynchium striatum Bryol. europ.
Hypnum — Schreb.
— *longirostre* Ehrh.

In schattigen Laubholzwaldungen am Grunde alter Baumstämme durch das ganze Gebiet verbreitet. Herbst — Frühling.

Eurhynchium piliferum Bryol. eur.
Hypnum — Schreb.

Unter Gebüsch, auf Steinen, an Waldabhängen und in Laubholzwäldern fast überall im Gebiete. Herbst — Frühling.

Eurhynchium praelongum Bryol. eur.

An grasigen Abhängen, auf feuchten Feldern, aber hier selten fertil. Dagegen in Laubholzwaldungen, auf Wald-

Digitized by Google

wiesen und andern ähnlichen Standorten meistentheils mit Früchten beobachtet. Herbst — Winter.

var. *δ. abbreviatum* Schpr. synops.
(*Hypnum Schleicheri* Hedwig.)

An Sandsteinfelsen feuchter Thalschluchten bei Saarbrücken. Herbst — Winter.

Eurhynchium Stokesii Bryol. eur.
Hypnum — Turn.

Auf faulenden Baumstrünken, Baumwurzeln, Steinen und nackter Erde der Wälder. Saarbrücken, Merzig, Mettlach u. s. w.

Rhynchostegium Schpr. Bryol. eur.

Rhynchostegium tenellum Br. eur.

An schattigen Kalkfelsen im Saargau bei Mondorf unweit Merzig. März — April.

Rhynchostegium Teesdalii Bryol. eur.
Hypnum — Smith.

Auf kalkigen Sandsteinen schattig-feuchter Waldschluchten in der Nähe der Goldnen Bremm bei Saarbrücken. Herbst.

Rhynchostegium depressum Bryol. eur.
Hypnum — Bruch.

Auf Steinen und Felsen der bunten Sandsteinformation bei Saarbrücken und Merzig. Herbst — Winter.

Rhynchostegium confertum Bryol. europ.

An ähnlichen Standorten, wie die vorhergehende Art. Saarbrücken. (Eschberg und Rothenfels.) Herbst — Frühling.

Rhynchostegium megapolitanum Br. eur.
Hypnum — Bland.

Auf Diluvium des bunten Sandsteins, unter Gebüsch und an Baumwurzeln, Saarbrüchen. Frühling.

Rhynchostegium murale Bryol. europ.
Hypnum — Hedwig.

An Steinen, Felswänden, Mauern und andern ähnlichen Standorten; bei Saarbrücken häufig. Frühling.

Rhynchostegium rusciforme Bryol. eur.

An überrieselten Steinen, Felsen, Holzwerk, in Bächen,

Digitized by Google

Flüssen und Teichen, an Wasserfällen und dergl. Orten durchs ganze Saargebiet verbreitet. Herbst bis Frühling.

var. *γ. inundatum* Schpr. synops.

In Bächen der Muschelkalkformation bei Saarbrücken. Steril.

Thamnium. Schpr. Bryol. europ.

Thamnium alopecurum Bryol. eur.
Hypnum — Linné.

In Thalschluchten, schattig-feuchten Wäldern und Hohlwegen, an Steinen, Felsen und Abhängen fast überall. Frühling.

Plagiothecium Schpr. Bryol. eur.

Plagiothecium silesiacum Bryol. eur.
Hypnum — Seliger.

Auf Felsen und Baumstrünken, in schattig-feuchten Wäldern fast überall im Gebiete. Sommer.

Plagiothecium denticulatum Bryol. eur.
Hypnum — Dillen.

Auf faulenden Baumstrünken, Baumwurzeln, Steinen und Felsen bei Saarbrücken und Umgegend. April — Juni.

Plagiothecium Roeseanum Schpr. syn.

In Thalschluchten, an schattigen Abhängen und verlassenen Hohlwegen der bunten Sandsteinformation bei Saarbrücken. Herbst.

Plagiothecium sylvaticum Br. eur.
Hypnum — Linné.

In schattigen Laubholzwaldungen an Bergabhängen, auf Steinen, Felsen, Baumwurzeln u. s. w. schöne sammetgrüne Rasen bildend. Sommer.

Plagiothecium undulatum Bryol. eur.
Hypnum — Linné.

Auf Felsblöcken und Baumwurzeln an Gebirgsbächen im Grauwackengebirge bei Saarhölzbach, Taben u. s. w. Steril. Mit Frucht im Ludowinuswalde bei Mettlach a. d. Saar. August — September.

Digitized by Google

Amblystegium Schpr. Bryol. europ.

Amblystegium serpens Bryol. europ.
Hypnum — Linné.

Unter Gebüsch, an Baumwurzeln und Baumstämmen durch das ganze Gebiet verbreitet. März — Juni.

Amblystegium radicale Bryol. europ.
Hypnum — Pal. Beauv.

Auf schattigen Sandsteinfelsen am Rothenfels bei St. Arnual unweit Saarbrücken. Frühling.

Amblystegium irriguum Bryol. eur.
Hypnum — Wilson.

An überrieselten Steinen, nassen Felswänden und schattigen Mauern bei Saarbrücken. Mai.

Amblystegium fluviatile Bryol. eur.
Hypnum fluviatile Swartz.

In Gebirgsbächen an Steinen der Grauwackenformation bei Saarhölzbach; an ähnlichen Standorten am Lietermont bei Düppenweiler unweit Dillingen. Frühling.

Amblystegium riparium Bryol. eur.
Hypnum — Linné.

In Brunnentrögen und Wasserleitungen bei Saarbrücken und Umgegend. Juni.

Hypnum Dillen emend.

Hypnum Sommerfelti Myrin.
— *affine* Sommerfelt.

An alten zerfallenen Mauern auf dem Schaumberge bei Tholey und an ähnlichen Stellen am Halberg bei Saarbrücken. Sommer.

Hypnum elodes R. Spruce.
— *polymorphum* Tayl.

Auf torfhaltigen Wiesen bei Emmersweiler und im Styringer Bruch bei Saarbrücken. Sommer.

Hypnum chrysophyllum Brid.
— *polymorphum* Br. et Schpr.

Auf Steinen, seltener auf Wiesen in der Muschelkalk-

Digitized by Google

formation des Gebietes. Früchte, welche im Juni reifen, sind jedoch selten.

Hypnum stellatum Schreb.

Auf schwammigen Sumpfwiesen und an überrieselten Felsen bei Saarbrücken u. s. w. häufig steril. Früchte finden sich jedoch zahlreich auf den salzhaltigen Sumpfwiesen bei Emmersweiler. Juni.

Hypnum polygamum Schpr. synops.
Amblystegium polygamum Bryol. eur.

Salzhaltige Sumpfwiesen bei Emmersweiler unweit Saarbrücken. Juni.

Hypnum Kneiffii Schpr. synops.
Amblystegium Kneiffii Bryol. europ.
Hypnum polycarpon Kneiff.

In Sümpfen, Gräben, Teichen und auf sumpfigen Wiesen bei Saarbrücken. Juni.

Hypnum aduncum Hedwig.

Auf sumpfigen Wiesen in der Umgegend von Saarbrücken und Mettlach. Juni.

var. *inundatum* Schpr.

In einem tiefen Sumpfe auf einer Waldwiese hinter'm St. Johanner Rothenhof unweit Saarbrücken. Steril.

Hypnum vernicosum Lindberg.
— *pellucidum* Wilson.

Im Styringer Bruch bei Saarbrücken, reichlich mit Früchten versehen. Mai.

Hypnum Sendtneri Schimp. Bryol. eur. Supplem.

Am Rande torfiger Waldsümpfe auf Grauwacke unweit Mettlach a. d. Saar. Steril.

Hypnum lycopodioides Schwgr. Supplm.

In Wiesengräben auf Muschelkalk bei Bischmisheim und Fechingen unweit Saarbrücken. Steril.

Hypnum exannulatum Gümb.

Auf sumpfigen Wiesen im Styringer Bruch bei Saarbrücken, salzhaltigen Sumpfwiesen bei Emmersweiler, torfhaltigen Bergwiesen bei Mettlach. Mai — Juni.

Digitized by Google

Hypnum fluitans Dillen.

In Teichen, Sümpfen, Gräben und auf nassen Wiesen bei Saarbrücken. Mai — Juni.

Hypn. fluitans var. *falcatum* Schpr. synops.

Auf sumpfigem Waldboden bei Emmersweiler im Rosselthale unweit Saarbrücken. Steril.

Hypn. fuitans var. *gracile* Schpr. M. S.

Auf sumpfigen Waldstellen bei Saarbrücken. Steril.

Hypnum uncinatum Hedwig.

An Baumwurzeln, alten Baumstrünken und Steinen im Fischbachthale, Steinbachthale und Deutschmühlenthale bei Saarbrücken. Fruchtreife im Sommer.

Hypnum uncinatum var. *γ. plumosum* Schpr. synops.

An Baumwurzeln am Ufer der Waldbäche im Fischbacher- und Russhüttenthale. Sommer.

Hypnum commutatum Hedwig.

Auf sumpfigen Wiesen, an Quellen und nassen Steinen der Muschelkalkformation bei Saarbrücken, Merzig u. s. w. Mai.

Hypnum falcatum Brid.

An ähnlichen Standorten, wie die vorhergehende Art; vorzugsweise aber auf sumpfigen Wiesen bei Fechingen und Bischmisheim unweit Saarbrücken. Mai.

Hypnum filicinum Linné.

An nassen kalkhaltigen Sandsteinfelsen in Thalschluchten bei Saarbrücken. Mai.

Hypnum rugosum Ehr.

Auf sonnigen Höhen der Muschelkalkformation bei Merzig; ausserdem aber auch auf Schieferfelsen bei Saarburg und Umgegend. Steril.

Hypnum incurvatum Schrad.

Auf Steinen alter verfallener Mauern, unter Gebüsch und schattigen Waldbäumen. Höchster Punkt des Schaumbergs (1780') bei Tholey. Mai — Juni.

Hypnum imponens Hedwig.

Auf faulenden Baumstrünken im Russhüttenthale bei Saarbrücken. Steril.

Digitized by Google

Hypnum cupressiforme Linné.

Auf Steinen, Felsen, Dächern und Haideplätzen; sodann an Baumstämmen, Baumstrünken und Baumwurzeln, gemein. Anfang Frühling.

var. *ε. filiforme* Schpr. synops.

An Waldbäumen fast überall, aber meist steril.

var. *ericetorum-elatum* Schpr. M. S.

Auf Waldboden zwischen jungen Fichten und Lärchen. Kaninchenberg bei Saarbrücken. Winter.

var. *ϰ. resupinatum* Schpr.

An alten Buchenstämmen in Hochwaldungen bei Saarbrücken. Frühling.

Hypnum pratense Koch.

Auf torfhaltigen Waldwiesen bei Saarbrücken und Mettlach. Mit Früchten bisher nur im Styringer Bruch bei Saarbrücken beobachtet. Mai.

Hypnum arcuatum Lindb.

An feuchten, sandigen Bergabhängen unweit der Goldnen Bremm bei Saarbrücken; an ähnlichen Stellen auch bei Fechingen im Ernstweiler Thälchen bei Zweibrücken. Steril.

Hypnum molluscum Hedwig.

Auf Steinen, Felsen, Baumwurzeln und auf der Erde. Durch das ganze Gebiet verbreitet. Mai — Juli.

Hypnum molluscum form. major.

Auf Muschelkalk bei Saarbrücken. Sommer.

Hypnum molluscum form. minor.

Auf Lehmboden im St. Arnualer Stiftswalde unweit Saarbrücken. Im Sommer.

Hypnum molluscum form. *molluscoides* F. W. (*Hypn. molluscum* var. *δ. Winteri* Boulay, Flore cryptogamique de l'Est.)

Auf Buntsandstein im Grumbacher Thale bei Saarbrücken. Im Sommer.

Hypnum Crista-castrensis L.

In Wäldern, auf schattigen Felsblöcken und am Grunde alter Baumstämme, stellenweise im Gebiete. Saarbrücken,

Digitized by Google

Merzig, Taben, Saarhölzbach u. s. w. Steril. Mit Frucht im Ludowinuswalde bei Mettlach.

Hypnum palustre Linné.

Limnobium — Br. et Schpr.

Auf Steinen, Felsblöcken und Baumwurzeln, an Felsen und Mauern in Thalschluchten, schattig-feuchten Wäldern u. s. w. durch das ganze Gebiet verbreitet. Mai — Juni.

Hypnum cordifolium Hedwig.

In Waldstümpfen bei Saarbrücken. Mai — Juni.

Hypnum giganteum Schpr. synops.

Im Halberger Weiher bei Saarbrücken. Steril.

Hypnum cuspidatum Linné.

Auf nassen Wiesen, in Gräben und Stümpfen, überall gemein. Juni.

Hypnum Schreberi Willd.

— *parietinum* Linné.

— *compressum* Schreb.

— *muticum* Swartz.

In Wäldern und auf Haiden, überall. Herbst.

Hypnum purum Linné.

An ähnlichen Standorten, wie die vorhergehende Art. April — Mai.

Hypnum stramineum Dicks.

In Torfstümpfen, Gräben und Teichen, auf torfhaltigen Waldwiesen und andern ähnlichen Orten. Styringer Bruch, Waldstümpfe zwischen St. Johann, Scheid und Duttweiler, Emmersweiler Salzwiesen, St. Nicolaus und Carlsbrunn; sodann in der Grauwackenformation bei Mettlach. Mai — Juni.

Hylocomium Schimper.

Hylocomium splendens Dill. Hedwig.

Hypnum — Hedwig.

— *proliferum* Linné.

In Bergwäldern, auf Haiden, unter Gebüsch u. s. w. überall gemein. April — Mai.

Digitized by Google

Hylocomium brevirostrum Ehrh.

An feuchten Abhängen, in Thalschluchten und schattigen Wäldern, nicht überall im Gebiete. Saarbrücken. Mettlach und Saarburg. Frühling.

Hylocomium squarrosum Schpr. synops.

Hypnum — Linné.

An feuchten, grasigen Bergabhängen, in Gräben und schattigen Wäldern, auf Bergwiesen und feuchten Haiden. Durch das ganze Gebiet verbreitet. Herbst.

Hylocomium triquetrum Schpr. synops.

An feuchten, schattigen Abhängen, unter Gebüsch und in Wäldern, sowohl auf den Gebirgen, als auch in der Ebene. März — April.

Hylocomium loreum Schpr. Br. europ.

Hypnum — Linné.

In Bergwäldern auf Steinen, Felsen und Baumwurzeln, an Abhängen und Thalschluchten, fast überall im Gebiete. Saarbrücken, Merzig, Mettlach und Saarburg; auf dem Spiemont, Schaumberge, Lietermont u. s. w. Herbst — Winter.

Sphagna.

Sphagnum Dill.

Sphagnum acutifolium Ehrh.

In ausgetrockneten Sümpfen, auf torfhaltigen Wiesen und etwas feuchten Haiden der Gebirgsgegenden unseres Gebietes. Früchte selten, welche im Sommer reifen.

Sphagnum acutifolium var. *purpureum* Schimp. synops.

Sumpfige Waldwiesen auf Grauwacke bei Mettlach a. d. Saar. Im Sommer.

Sphagnum cuspidatum Ehrh.

An mehr nassen Stellen, als die vorhergehende Art. Sommer.

Sphagnum cuspidatum var. *plumosum* Schpr. synops.

In Waldsümpfen bei Saarbrücken. Sommer.

Sphagnum squamosum Persoon.

In Sümpfen, an Quellen und Waldbächen bei Saar-

Digitized by Google

brücken, Duttweiler, Scheid und Mettlach. Steril. Mit Frucht in Erlensümpfen bei Mettlach. Sommer.

Sphagnum rigidum Schpr.

— *compactum* Bridel.

Auf torfhaltigen Waldwiesen, an Gebirgsbächen und in ausgetrockneten Sümpfen bei Saarbrücken und Saarhölzbach. Juli.

Sphagnum molluscum Bruch.

Auf torfhaltigen Waldwiesen bei Saarbrücken und Mettlach. Mai — Juni.

Sphagnum subsecundum Nees et Hornsch.

In Sümpfen, Gräben, auf torfhaltigen Waldwiesen und Teichrändern, fast überall im Gebiete verbreitet. Juni — Juli.

var. *β. contortum* Schpr. synops.

Am Rande eines Weihers zwischen Neunkirchen und Limbach. Steril.

Sphagnum cymbifolium Dill. Ehr.

Auf Torfmooren, sumpfigen Wiesen, in Gräben, schattig-feuchten Wäldern und an Teichrändern durchs ganze Gebiet verbreitet. Juni — Juli.

var. *β. congestum* Schpr. synops.

Auf torfhaltigen Waldwiesen bei Saarbrücken und im Grauwackengebirge bei Mettlach. Steril.

Sphagn. cymbifolium forma purpurascens Schimp. M. S.

Auf nassen Wiesen der Fichtenwälder bei Mettlach a. d. Saar. Steril.

Gefäss-Cryptogamen.

1. *Equisetaceae.*

Equiseta heterophyadica A. Braun.

Equisetum arvense Lin.

Ueberall gemein auf Aeckern und Wiesen. März und April.

var. *nemorum* A. Br.

In schattig-feuchten Wäldern hier und da im Gebiete.

Digitized by Google

var. *decumbens* Mey.

Wächst häufig auf sandigen Feldern und hat niedergestreckte, ästige Stengel.

Equisetum Telmateja Ehr.
(*E. eburneum* Schreb. Roth.)

Im Grumbacher Thale bei Saarbrücken an feuchten Stellen sehr zahlreich. April und Mai.

Equisetum sylvaticum L.

Auf bruchigen Waldstellen in Gebüschen und an nassen Bergabhängen bei Saarbrücken, Mettlach u. a. Orten. Mai — Juni.

Equiseta homophyadica A. Braun.

Equisetum limosum L.

In Teichen, Sümpfen, Gräben, an Flussufern und andern ähnlichen Orten, nicht selten im Gebiete. Juni — Juli.

var. *Linneanum* Doell.

var. *verticillatum* Doell.

Beide Varietäten finden sich häufig in Gräben bei Saarbrücken.

Equisetum palustre L.

Auf nassen Wiesen, in der Nähe der Flüsse und Bäche, an Teichrändern u. s. w. fast überall verbreitet. Juli — September.

var. *polystachium* Br.

Mit der Hauptform an denselben Orten.

Equisetum hyemale L.

Auf schattigem Waldboden am Rothenfels bei St. Arnual unweit Saarbrücken. Juli — August.

2. *Lycopodiaceae.*

Lycopodium Selago L.

Bisher nur an einem Sandsteinfelsen bei St. Arnual unweit Saarbrücken. Juni — August.

Lycopodium annotinum L.

In schattigen Wäldern der Grauwackenformation bei Mettlach a. d. Saar. Juli — August.

Digitized by Google

Lycopodium clavatum L.

Auf Haiden, an sonnigen Bergabhängen u. s. w. bei Saarbrücken, Merzig, Mettlach und auf dem Lietermont. Juli — August.

Lycopodium Chamae-Cyparissus Al. Braun.

Auf torfigen Haiden bei Brotdorf und Hausbach unweit Mettlach a. d. Saar. Juli — August.

3. *Filices.*

Ophioglossum vulgatum L.

Auf einer feuchten Bergwiese der Muschelkalkformation hinter der Schafbrücke unweit Saarbrücken. Mai — Juni.

Polypodium vulgare L.

Gemein auf Felsen und Mauern an Baumwurzeln, Baumstrünken u. s. w. durch das ganze Gebiet verbreitet. Fruktificirt vom Frühling bis Herbst.

Formen:

a) *integrum.* Mit fast ganzrandigen Fiederblättchen.
b) *crenatum.* Fiederblättchen gekerbt.
c) *serratum.* Die Fiederblättchen grösstentheils gesägt.
d) *cuspidatum.* Mit langzugespitzten Fiederblättchen.
e) *abbreviatum.* Fiederblättchen sehr abgekürzt.
f) *auriculatum.* Fiederblättchen am Grunde geöhrt.
g) *oppositum.* Fiederblättchen meist gegenüberstehend.

Alle diese Formen wachsen am Rothenfels bei St. Arnual.

Polypodium Phegopteris L.

An Sandsteinfelsen bei St. Arnual. Früchte reifen im Juni und Juli.

Polypodium Dryopteris L.

In feuchten, schattigen Wäldern, meist an Felsen und alten Mauern ziemlich gemein im Gebiete. Juni — August.

Polypodium Robertianum Hoffm.

Zwischen Kalkgerölle im Saargau bei Mondorf unweit Merzig, auch im Bubenhauser Steinbruche bei Zweibrücken. Juni bis September.

Digitized by Google

Aspidium lobatum Sw.

In Bergschluchten, an feuchten, schattigen Abhängen und an Felsen bei Saarbrücken, Merzig, Mettlach und Saarburg häufig. Fast das ganze Jahr hindurch grün und mit reifen Früchten bedeckt.

Polystichum Thelypteris Roth.

Im Styringer Bruch bei Saarbrücken. Juli — August.

Polystichum Oreopteris De Cand.

Auf Gebirgswiesen unter Gebüsch und auch in schattigen Laubholzwaldungen bei Saarbrücken, Emmersweiler und Carlsbrunn. Juli — August.

Polystichum Filix mas Roth.

Der gemeinste Farn, welcher auf allen Bodenarten vorkommt. Am schönsten entwickelt findet er sich unter Gebüschen in schattigen, etwas feuchten Wäldern. Interessant sind die mannichfaltigen Formen und Modifikationen dieses Farns, welche hier und da im Gebiete vorkommen. Die Früchte reifen im Sommer.

Polystichum spinulosum De Cand.

In schattigen, feuchten Wäldern überall im Gebiete Im Sommer.

var. *dilatatum* K. W.

Die Varietät findet sich ganz besonders schön ausgeprägt am Rothenfels bei St. Arnual unweit Saarbrücken.

Cystopteris fragilis Bhdi.

Eine formenreiche Speeies, die sowohl in Gestalt und Grösse der Wedel, als auch in der der Fiedern und Fiederblättchen grosse Mannichfaltigkeit zeigt. Die wichtigsten derselben sind:

var. *lobulato-dentata* K.

Fiederblättchen eiförmig, kurz zugespitzt.

var. *anthriscifolia* K.

Fiederblättchen länglich, verkehrt-eiförmig und fiederspaltig.

Die beiden Varietäten kommen am Rothenfels bei St.

Digitized by Google

Annual vor, während die typische Form im ganzen Gebiete, vorzugsweise an Felsen, Mauern u. dergl. Orten wachsen.

Asplenium Trichomanes L.

An alten Mauern, in Felsritzen, an steinigen Abhängen und auch auf Baumwurzeln durch das ganze Gebiet verbreitet. Juni — October.

Asplenium Filix femina Bhdi.

In schattigen Wäldern, Gebüschen, Wassergräben, auf nassen Bergwiesen und andern ähnlichen Orten. Sommer. Variirt auch, wie die meist verwandten Arten in der Grösse, Breite und Berandung der Fiederblättchen.

Die wichtigsten Formen, welche ich zu beobachten Gelegenheit hatte, sind folgende:

var. *dentata* Döll.

Mit einfach gezähnten Fiederblättchen.

var. *fissidens* Döll.

Mit doppelt und dreifach gezähnten Fiederblättchen.

var. *multidentata* Döll.

Mit drei- bis vierfach gezähnten Fiederblättchen.

Asplenium Ruta muraria L.

An alten Mauern, in Felsritzen und manchmal auch auf alten Ziegeldächern überall im Gebiete verbreitet. Fruchtreife vom Juli bis October.

Von diesem Farn finden sich ebenfalls verschiedene Varietäten und zwar:

var. *brevifolium* v. H.,

var. *elatum* Lang..

var. *leptophyllum* Wallr.,

welche sich alle an Buntsandsteinfelsen bei Saarbrücken finden.

Asplenium Adianthum nigrum L.

An Felsen bei Saarbrücken, Merzig, St. Gangolf, Mettlach, auf dem Lietermont u. s. w. Die Früchte reifen im Sommer.

Digitized by Google

Asplenium septentrionale Sw.

Bisher nur in Felsspalten der Grauwackenformation bei Mettlach a. d. Saar. Juli — August.

Scolopendrium officinarum Willd.

Nur auf Montclair bei Mettlach. Die Früchte reifen im Spätsommer.

Pteris aquilina L.

Wächst überall in Wäldern, sowohl in der Ebene, als auch auf den Gebirgen unseres Gebietes und erreicht je nach Beschaffenheit des Standortet eine Höhe von 1 bis 8 Fuss.

Blechnum Spicant Roth.

In schattig-feuchten Wäldern, auf Torfboden und andern ähnlichen Orten bei Saarbrücken, Mettlach u. s. w. Fruktificirt vom Juli bis October.

(Fortsetzung folgt.)

Digitized by Google

Zusätze zu Herrn G. Becker's Botanischen Wanderungen durch die Sümpfe und Torfmoore der Niederrheinischen Ebene *).

Von

P. Ascherson.

In der genannten Arbeit hat der Verfasser in sehr dankenswerther Weise die Ergebnisse seiner vieljährigen Wanderungen zusammengestellt und dabei mehrfach Fragen von allgemeinerem pflanzengeographischem Interesse berührt. Letztere veranlassen mich zu einigen ergänzenden Bemerkungen.

Zuvor habe ich noch einige kleine Nachträge zu machen, die einem kurzen Aufenthalte im Kreise Geldern im September 1874 ihren Ursprung verdanken. Ich verweilte dort als Gast meines Freundes und Gefährten auf der Wüstenreise, Herrn Ph. Remelé, auf Gastendonk bei Aldekerk, und machte von dort aus einen kurzen Ausflug in die Gegend von Geldern, auf dem der in dem Aufsatze des Herrn Becker ebenfalls genannte Herr Apotheker Feuth mein freundlicher Führer war.

Das Ziel desselben war der eine gute Stunde nordöstlich von dieser Stadt gelegene Entenpohl, ein Torfstümpel, wo Herr Feuth in früheren Jahren *Hypericum elodes* L. reichlich gefunden hatte. Ungeachtet der in diesem Herbst herrschenden Dürre fanden wir nicht nur diese Pflanze in einem ausgetrockneten Torfgraben in ziemlicher Anzahl, sondern ich hatte auch das Vergnügen zwei von mir noch nicht lebend beobachtete Arten, nämlich *Aera*

*) Verhandlungen Jahrg. 1874 S. 137—158.

Digitized by Google

setacea Huds., *discolor* Thuill., *uliginosa* Weihe) und *Scirpus multicaulis* Sm. aufzufinden. Ich stimme in Bezug auf erstere der Meinung des verstorbenen Herrenkohl (Verh. 1871 Jahrg. S. 219, 220) vollkommen bei, der sie für eine gute Art erklärt, und bemerke, dass in den Torfsümpfen der Provinz Brandenburg die typische *Aera flexuosa* L. mitunter sich in Torfsümpfe verirrt, ohne die mindeste Annäherung an die, dem nordwestlichen Europa angehörige *A. setacea* zu zeigen. Bei *Scirpus multicaulis* bot die späte Jahreszeit Gelegenheit zu constatiren, dass die bekanntlich sehr häufig am Grunde der Aehrchen erscheinenden Laubsprosse mitunter, nachdem der Stengel sich niedergelegt hat, noch in demselben Jahre zu Blüthenstengeln auswachsen, was ich schon einige Wochen früher an Exemplaren aus der Nieder-Lausitz (wo Herr Lehrer Warnstorf, ein um die Flora der Provinz Brandenburg sehr verdienter Forscher, erst 1874 in der Nähe von Sommerfeld und Forst diese dort unerwartete Art aufgefunden hat) wahrgenommen hatte.

Es möge mir gestattet sein, bei dieser Gelegenheit daran zu erinnern, dass eine der frühesten Erwähnungen und eine recht kenntliche Abbildung des *Hypericum elodes* sich auf eine unmittelbar dem niederrheinischen Florengebiet benachbarte Oertlichkeit bezieht. Dr. Christian Mentzel, Leibarzt des grossen Kurfürsten Friedrich Wilhelm von Brandenburg, beobachtete diese Pflanze im Jahre 1666 in einem Veen („vulgo die Fehne, Faels") an der Grenze von Brabant und dem Cleveschen, in der Nähe der Maas. In seinem Pugillus rariorum plantarum (1682 in Berlin als Anhang des Index nominum plantarum universalis erschienen), wo sich die Abbildung des *„Caryophyllus palustris fol. subrotundis incanis fl. aureis"* auf Taf. 6 Fig. 3 befindet, erzählt der redselige alte Herr die näheren Umstände des Fundes. Auf der Rückkehr von einer Badereise nach Spaa und Aachen verlor er, nur von seinem Reitknechte begleitet, den Weg und wäre beinahe im Sumpfe stecken geblieben. Es ist ergötzlich zu lesen, wie es doch den vereinten Bemühungen des Herrn Leibmedicus und seines treuen Daniel gelang, das bereits versunkene Pferd des Letzteren „clamore verberibusque" wieder flott zu machen und spricht

Digitized by Google

es wohl für den botanischen Eifer des Ersteren, dass er in so misslicher Lage noch Augen und Sinn für das niedliche Pflänzchen hatte, das ihm an dieser bedenklichen Stelle aufstiess.

Unter den mir von Herrn Feuth getrocknet mitgetheilten Pflanzen dortiger Gegend erwähne ich *Nitella flexilis* A. Br. und *Myriophyllum alterniflorum* D. C. Letztere Art wurde übrigens auch 1856 von Prof. Caspary nebst *Scirpus multicaulis* Sm. bei Siegburg aufgefunden und mir mitgetheilt (vgl. Jahrg. 1857 Sitzungsber. S. XVII. Verhandl. 1869 S. 75) und wäre also, wie vielleicht noch manche andere in den Vereinsschriften veröffentlichte Fundorte, in der Tabelle S. 158 nachzutragen.

Die Untersuchungen über die geographische Verbreitung der beiden Geschlechter von *Stratiotes Aloides* L. sind neuerdings den aus Holland von De Vries[1]) und Oudemans ausgehenden Anregungen zu Folge, mit erneutem Eifer wieder aufgenommen worden. Das Ergebniss, zu dem vor einem halben Jahrhundert der kürzlich verstorbene, hoch verdiente Nolte gelangte (Botan. Bemerkungen über *Stratiotes* und *Sagittaria*. Kopenhagen 1825 S. 31), dass in Europa zwischen 68° und 55° N. Br. sowie auf den ganzen britischen Inseln nur die weibliche Pflanze, zwischen 55° und 52° beide Geschlechter, zwischen 52° und 50° im westlichen Europa nur die männliche vorkomme, scheint sich keineswegs in dem Umfange zu bestätigen, wie De Vries annimmt. Was das vermeintlich ausschliessliche Vorkommen der männlichen Pflanze in Belgien und Frankreich betrifft, so ist in Folge einer Anfrage von Oudemans (Bull. soc. bot. Belg. XI. p. 368 und Bull soc. bot. France. 1873 Compte rend. p. 72) das Vorkommen weiblicher Blüthen in ersterem Lande durch Crépin (Bull. Belg. XII p. 121), in letzterem durch Grenier (Bull. France l. c. p. 235, 236) constatirt. In Bezug auf die britischen Inseln möchte ich der Meinung von Nolte und De Vries, dass aus den Angaben dortiger Schriftsteller, welche die Pflanze wie Linné als hermaphroditisch in der Ordnung Polyandria aufführen, hervorgehe,

1) Ich verdanke die interessante Abhandlung dieses Gelehrten der Güte des Verfassers.

Digitized by Google

dass sie dort nur weiblich vorhanden sei, keineswegs beistimmen. Alle diese Autoren sprechen von mehreren Blüthenformen und sagen, dass die Pflanze zuweilen oder selbst grösstentheils dioecisch vorkomme. Die Linnésche Autorität war indess so mächtig, dass, während die richtige Ansicht über die Geschlechtsverhältnisse von *Stratiotes* durch Nolte's treffliche Arbeit sonst überall herrschend geworden war, sie in England erst ein Vierteljahrhundert später zur Geltung gekommen ist. Die Floristen der vierziger Jahre sprechen noch von hermaphroditischen Blüthen, womit natürlich die weiblichen gemeint sind; indess finde ich bei Leighton, Flora of Shropshire 1841 p. 254 in die sonst von Hooker entlehnten Beschreibung der Blüthen eine Angabe über den Pollen eingeschaltet, die doch wohl auf eigener Untersuchung eines männlichen Exemplares beruhen dürfte. Die neueren britischen Floristen dagegen, Babington, Bentham etc. beschreiben *Stratiotes* als dioecisch und bemerken keineswegs, dass die Pflanze nur weiblich vorkomme.

Ist es somit für mich sehr wahrscheinlich, dass auf den britischen Inseln *Stratiotes* in beiden Geschlechtern vorkommt, so liegt die Sache für Skandinavien allerdings anders. Zwar finde ich auch hier nur eine ausdrücklich auf eigener Beobachtung beruhende neuere Bestätigung der Nolte'schen Angabe; nach Lange (Haandbog i den danske Flora 3 Udg. 1864 p. 749) ist unsere Pflanze in ganz Dänemark (incl. Schleswig) nur weiblich beobachtet. Indess wird auch für die skandinavische Halbinsel (oder vielmehr für Schweden, denn in Norwegen hat seit Gunnerus nach Blytt (Norges Flora 1861 p. 324) Niemand *Stratiotes* beobachtet) die Behauptung Wahlenberg's, dass unsere Pflanze nur weiblich vorkomme, durch keine ausdrückliche Angabe in Frage gestellt; doch ist aus den neueren Localfloren nichts Positives zu entnehmen. Kindberg (Oestgöta Flora, 1861 p. 387) wiederholt diese Behauptung; andere Floristen, wie die Herausgeber der neueren Auflagen von Hartman's Flora, Areschoug[1]) und Lilja in ihren

1) Zufolge einer nach Absendung dieser Bemerkungen von

Digitized by Google

Floren von Schonen beschreiben beide Geschlechter, ohne die Abwesenheit des männlichen anzuzeigen. Ohne Zweifel bedarf es nur einer ernstlichen Anregung bei den britischen und schwedischen Botanikern, um über diese so lange schwebende Frage ins Reine zu kommen, und behalte ich mir vor, falls dies geschehn sein sollte, noch ausführlicher auf die immerhin sehr verdienstliche und anregende Arbeit von De Vries zurückzukommen.

Ich will nun auch erwähnen, dass das Vorkommen von männlichem *Stratiotes* bei Riga, welches ich nach von G. Schweinfurth gesammelten Exemplaren schon in den Verhandl. des bot. Vereins für die Prov. Brandenburg 1861. 1862 p. III bis angegeben habe, Nolte's Annahmen widerspricht, indess mit De Vries' freilich unbewiesener Vermuthung, dass unsere Pflanze in Russland nur männlich vorkomme, in Einklang stehen würde.

In Oberitalien, wo De Vries nach Bertoloni und Parlatore *Stratiotes* nur weiblich kennt, ist derselbe neuerdings vom Erzpriester Masè im Tartaro, einem kleinen Flusse, der zwischen dem Mincio und der Etsch fliesst, und zwar nördlich von Ostiglia in sehr grosser Menge männlich beobachtet worden (Atti soc. ital. sc. natur. XI 1868. p. 666). Dieser Fundort liegt ungefähr in der Mitte zwischen den bisher bekannten der weiblichen Pflanze bei Mantua und Ferrara.

Die von De Vries auf das ausschliessliche Vorkommen des einen Geschlechts in Italien (wie auch in Frankreich, Belgien und England) basirten Hypothesen über eine verhältnissmässig späte Einwanderung der Pflanze in die betreffenden Gebiete würden selbstverständlich mit dem Wegfall dieser Voraussetzung hinfällig werden.

An sich kann es bei einer dioecischen Pflanze, die sich überwiegend durch reichliche vegetative Vermehrung fortpflanzt, nicht auffallen, dass das eine Geschlecht local überwiegt oder auch ausschliesslich vorkommt; etwas Aehn-

---

Prof. Areschoug erhaltenen brieflichen Mittheilung sind allerdings demselben aus Schonen und aus Skandinavien überhaupt nur weibliche Exemplare bekannt geworden.

Digitized by Google

liches ist ja auch von der verwandten *Elodoea canadensis* Rich. in ihrer Heimat Nordamerika bekannt. Dass indess das Vorkommen der beiden Geschlechter eine so bestimmte Beziehung zu klimatischen Bedingungen zeigen sollte, ist a priori nicht wahrscheinlich und jedenfalls noch nicht genügend constatirt.

Die Differenzen in den Angaben über die Blüthezeit von *Cirsium anglicum* D. C. erklären sich wohl, wie bei den verwandten Arten *C. bulbosum* D. C. und *C. rivulare* Lk. zum Theil dadurch, dass diese Pflanzen an ihren Fundorten häufig vor der Entfaltung der ersten Blüthe abgemäht, erst im Nachwuchs zur Blüthe gelangen. So blüht *Cirsium rivulare* in der Niederlausitz bei Sorau und in der schlesischen Ebene (in der Breslauer Gegend) schon Ende Mai auf, *Cirsium bulbosum* fand ich bei Dessau Mitte Juni schon in Blüthe, obwohl Nägeli, gewiss ein guter Beobachter, für erstere Juni, Juli, für letztere Juli, August angiebt. Auf gemähten Wiesen habe ich erstere Art, allerdings in den kühleren Lagen des schlesischen Gebirges und Oberschlesiens öfter Ende August, letztere an Fundorten des Flachlandes in der Provinz und im Königreich Sachsen noch in der ersten Hälfte des September blühend gesammelt. *Cirsium anglicum* fand mein Freund H. Degenkolb in einem vereinzelten Exemplar schon am 8. Mai 1867 in der Pariser Gegend in Blüthe (vgl. Oesterr. bot. Zeitschrift 1868 S. 157); der klimatischen Differenz zwischen Mittelfrankreich und dem Niederrhein entsprechend dürften wir wohl die zweite Hälfte des Mai als normale Blüthezeit für *Cirsium anglicum* bei Paris annehmen [1]). Uebrigens besitze ich ein von Herrn Vigener im Juli 1865 bei Hüls blühend gesammeltes Exemplar, ebenso ein von Herrn Schlickum mitgetheiltes, am 12. Juli 1862 im Geestmerveld bei Leeuwarden in Westfriesland von Apotheker Hinat aufgenommenes; beide sind über der Wurzel abgeschnitten, so dass sich nicht sicher entscheiden lässt, ob sie vorher abgemäht waren.

1) Auch in Belgien blüht diese Pflanze nach der Etiquette eines von dem verstorbenen Baron Dieudonné bei Hersselt (Prov. Antwerpen) mitgetheilten Exemplars schon im Juni.

Digitized by Google

Uebrigens beschränkt sich das Vorkommen von *Cirsium anglicum* im deutschen Reiche nicht auf die Rheinprovinz. Dasselbe wurde bereits vor einer Reihe von Jahren vom Seminar-Inspector Bentfeld auf moorigen Wiesen bei Jever im Grossh. Oldenburg gefunden (Hagena in Abh. des naturwissensch. Vereins Bremen II. Bd. 1. Heft (1869) S. 105).

Ich möchte bei dieser Gelegenheit auch auf den bemerkenswerthen Reichthum des norddeutschen Flachlandes an *Cirsium*-Arten aufmerksam machen; ausser den verbreiteten Arten hat *Cirsium anglicum* von Westen her bis Hüls, Cleve und Jever seine Vorposten vorgeschoben, von Norden erreicht *C. heterophyllum* Ostschleswig, Pommern (bei Stralsund) und ist vielleicht, da es in den russischen Ostseeprovinzen verbreitet ist, in Preussen zu erwarten; von Süden her findet sich *C. bulbosum* noch bei Dessau, Zerbst, Burg und Rogätz im Diluvialgebiete von Anhalt und der Provinz Sachsen, von Südosten her *Cirsium canum* häufig in der schlesischen Ebene und an den vereinzelten Fundorten bei Meseritz und Pyritz, und *Cirsium rivulare* dringt von den Lausitzer und schlesischen Gebirgen bis Peitz, Sorau, und von Polen her in Ostpreussen bis Gumbinnen vor. Das neuerdings 1870 von meinem Freunde Dr. Hermann Müller beobachtete Auftreten dieser Art auf Kunstwiesen der Boker Heide bei Lippstadt konnte mit Sicherheit auf Einschleppung durch schlesischen Grassamen zurückgeführt werden und dieselbe Ursache vermuthe ich auf nach eigener Anschauung des Fundortes von dem Vorkommen derselben Art auf Kunstwiesen bei Konraden unweit Reetz an der neumärkisch-pommerschen Grenze. Ein Seitenstück hierzu ist das Vorkommen von *Cirsium bulbosum* im Park von Loucin in Böhmen; ob die oben erwähnten vereinzelten Fundorte von *Cirsium canum* in dieser Hinsicht verdächtig sind, ist mir nicht bekannt geworden.

Das mitteldeutsche Berg- und Hügelland, welchem *Cirsium anglicum* fehlt, besitzt an ihm eigenthümlichen Arten nur *C. eriophorum* und *C. pannonicum*, von denen übrigens erstere an der Asse bei Braunschweig und am Brandsleber Holz bei Oschersleben, letztere bei Dirschel

Digitized by Google

in Oberschlesien nahe an die Grenze des Diluvialgebictes herantreten.

Auch für *Carum verticillatum* Koch sind weitere Fundorte auf deutschem Gebiete ausserhalb der Heinsberger Gegend schon seit 20 Jahren bekannt. Der Verbreitungsbezirk dieser Pflanze im Rheinthale zu beiden Seiten der Lauter, welchen F. Schultz (Flora 1854 S. 469 ff. und 695) nachwies, wird allerdings von der ehemaligen französischen Grenze durchschnitten, doch liegt der grössere Theil desselben (auch der Fundort, wo Buchholtz gegen Ende des vorigen Jahrhunderts unsere Pflanze zuerst auffand, welcher Fund aber ein halbes Jahrhundert ohne Bestätigung blieb und angezweifelt wurde) auf bayerischem, und nur wenige Fundorte auf Elsasser Gebiet. Die Angabe, dass das Vorkommen von *Carum verticillatum* „im Elsass zwischen Altstadt und Schweighofen" ausserhalb des deutschen Gebietes liege, wäre mithin schon vor dem Frankfurter Frieden unzutreffend gewesen. Seitdem trennt die ehemalige Grenze zwischen Deutschland und Frankreich nur noch einen Staat des deutschen Reiches von dem unmittelbaren Gebiete desselben.

Die Fundorte des *Carum verticillatum* bei Heinsberg sind übrigens vermuthlich die äussersten Ausläufer eines Verbreitungsbezirks, der grösstentheils den westlich angrenzenden holländischen und belgischen Nachbarprovinzen angehört. Darauf deutet die neuerlich erfolgte Auffindung desselben bei Maeseyck im belgischen Limburg durch A. Cogniaux 1871 (Bullet. soc. bot. Belg. X. p. 48) und bei dem nahegelegenen Op-Oeteren durch Verheggen 1872 (l. c. XI p. 370). Beide Orte liegen von Heinsberg nur einige Meilen in westlicher Richtung entfernt. In dem dazwischen gelegenen holländischen Limburg wird die Pflanze wohl auch nicht fehlen.

Die Annahme des Herrn Becker, dass die Lebensbedingungen von *Malaxis paludosa* Sw. und *Liparis Loeselii* Rich. sich gegenseitig ausschliessen, wird durch die Thatsache widerlegt, dass in der Provinz Brandenburg nicht wenige Fundorte bekannt sind, an denen beide Orchideen mitunter unmittelbar neben einander vorkom-

Digitized by Google

men. Die bei uns weit häufigere *Liparis* begnügt sich öfter mit einem geringeren Grade von Bodennässe, vermeidet indessen keineswegs die tiefsten Moorgründe, in welchen ihre zartere Schwester gefunden wird. Die allerdings sehr versteckte Wurzelbildung der *Malaxis paludosa* hat schon A. Henry (in diesen Verhandlungen Jahrg. 1850 S. 270 Taf. 6 Fig. 39—42) in einzelnen Fällen wahrgenommen und abgebildet und später mein Freund Thilo Irmisch (Flora 1854 S. 625, 626) den merkwürdigen Sachverhalt aufgeklärt. Die einzige an der Basis des diesjährigen Blüthenstengels vorhandene Wurzel tritt normal nicht nach Aussen hervor, sondern wächst in das trockene Parenchym der vorjährigen Axe hinein.

Wir dürfen wohl hoffen, dass die rastlos fortgesetzten Forschungen des Herrn Becker, welche schon so interessante Ergebnisse, wie die im Jahrg. 1874 Corresp.-Bl. S. 88 ff. mitgetheilten geliefert haben, auch ferner manchen wichtigen Beitrag zur Kenntniss der rheinischen Flora zu Tage fördern werden.

Schliesslich möchte ich die rheinischen Botaniker noch auf eine sehr überraschende Angabe eines belgischen Fachgenossen aufmerksam machen. Nach Armand Thielens (Bullet. soc. bot. Belg. XII p. 186) hat Jean Chalon im Juli 1869 auf dem hohen Veen zwischen Eupen und Malmedy in einer Meereshöhe von etwa 2000 Fuss *Selaginella helvetica* Spring aufgefunden. Eine genauere Ermittelung des Fundortes und der Bodenverhältnisse wäre jedenfalls sehr erwünscht; der Fundort würde noch viel weiter von dem zusammenhängenden Verbreitungsbezirke dieser im Gebiete der Alpen und Karpaten häufigen Pflanze entfernt sein, als das im östlichen Mitteldeutschland, nämlich im Oppathale zwischen Branitz und Bleischnitz und in den Mora-Auen bei Komerau an der Grenze von Preussisch- und Oesterreichisch-Schlesien ebenfalls erst seit einem Jahrzehnt nachgewiesene Vorkommen.

Digitized by Google

Die Meteoriten des naturhistorischen Museums der Universität Bonn.

Von

G. vom Rath.

Durch den Ankauf der Krantz'schen Mineralien-Sammlung [1]) Seitens des Staates und ihre Ueberweisung an das

1) Unter den wissenschaftlichen Erwerbungen, welche nach den grossen Ereignissen der Jahre 1870 und 71 den Landesuniversitäten sind zugewandt worden, verdient der Ankauf der berühmten Krantz'schen Mineraliensammlung eine besondere Hervorhebung. — Durch eine seltene Vereinigung von wissenschaftlichem Sinne und höchster Geschäftstüchtigkeit, gelang es dem im April 1872 verewigten Dr. Aug. Krantz seinem Mineralien-Geschäfte eine über alle Welttheile sich erstreckende Ausdehnung zu geben, wie dieselbe niemals zuvor von einem Geschäfte dieser Art erreicht wurde, und zugleich — was ein besonderes Ziel seines Strebens war — einen fördernden Einfluss sowohl auf die stete Bereicherung und Vervollständigung der öffentlichen Sammlungen als auch auf das mineralogische Studium auszuüben. Wie er zuerst vor mehr als 40 Jahren mit seinem Freunde Gualandi die Gänge und Drusen der Granitfelsen Elba's sprengen liess, um die in denselben verborgenen herrlichen Krystalle des Feldspath's, die Turmaline, die Berylle etc. zu gewinnen und in die Hände der Forscher zu bringen, so fuhr er in seinem langen arbeitsvollen Leben fort, die Ausbeute an Mineralien auf allen namhaften Fundstätten im Auge zu behalten, um die sich öffnenden Quellen sogleich seinem grossen Geschäftsverkehr zuzuführen, alle Funde an diejenigen Orte zu leiten, wo das meiste Verständniss für diese Gebilde der Schöpfung vorhanden. Ohne seine Thätigkeit und Einsicht — wie viele Erfunde an Krystallen würden verschleudert und verloren worden sein ohne Gewinn für

Digitized by Google

naturhistorische Museum zu Bonn ist dieses letztere, welches bisher nur einige wenige Meteoriten besass, zugleich in

---

die Wissenschaft! Auch den kosmischen Mineralien und Gesteinen widmete er eine besondere Aufmerksamkeit. Auf die erste Kunde von einem Meteoritenfalle waren seine Briefe oder Boten zur Stelle, um die wunderbaren Körper zu erlangen und sie den Meteoritenforschern zuzuführen.

So gingen viele Hunderttausende von Mineralstufen durch Krantz's Hände und boten ihm die Möglichkeit, eine Sammlung, deren Kern durch den Ankauf der s. Z. schon berühmten Privatsammlung des Ober-Berghauptmanns v. Herder zu Freiberg gegeben war, — zu bilden, wie sie kaum jemals im Besitze eines Privatmannes gewesen ist. Krantz erkannte bald, dass er einer solchen ausgezeichneten, im Einzelnen unverkäuflichen Sammlung als wissenschaftlicher Grundlage seines Geschäfts nicht entbehren könne. Diese Privatsammlung, mit deren Auserlesenheit nur wenige öffentliche Sammlungen wetteifern konnten und aus welcher sich kompletiren zu können, die berühmtesten Museen sich umsonst bemühten, bildete seit Jahrzehnten einen Anziehungspunkt für alle Mineralogen. Wohl keiner derselben reiste durch Bonn, ohne Stunden und Tage der Betrachtung und dem Studium der Krantz'schen Privatsammlung zu widmen, deren Schätze von ihrem einsichtsvollen Besitzer jedem Forscher in zuvorkommender Weise geöffnet wurden.

Diese in ihrer Art einzige Sammlung, aus 14 Tausend Stufen und der Meteoriten-Collektion (180 Stück) bestehend, wurde von den Krantz'schen Erben dem Staate zum Kaufe angeboten. In der richtigen Einsicht, dass eine gleiche oder auch nur ähnliche Sammlung ein zweites Mal sich nicht würde bilden lassen, dass demnach eine gleich günstige Gelegenheit zur Erwerbung seltener wissenschaftlicher Schätze und Lehrmittel kaum jemals wiederkehren würde, beschloss die Behörde, dem Ankauf näher zu treten und betraute den hervorragenden Mineralogen Dr. Friedr. Hessenberg zu Frankfurt a. M. († 8. Juli 1874; s. Neues Jahrb. d. Mineralogie Jahrg. 1874 S. 817—853) mit der Revision und Schätzung der in Rede stehenden Sammlung. Hessenberg's Taxirung ergab, dass der geforderte Preis von 55 Tausend Thalern als ein durchaus zutreffender zu erachten sei, ja dass eine Summirung der Einzelwerthe der Stufen einen erheblich höheren Betrag ergeben würde. Unter diesen Umständen beschloss die Behörde den Ankauf — von der Voraussetzung ausgehend, dass derselbe ein Hülfsmittel sowohl der allgemeinen Bildung der Provinz, als auch der wissenschaftlichen Forschung auf einem Gebiete bilden werde, welches in naher Beziehung

Digitized by Google

den Besitz einer sehr ansehnlichen Sammlung dieser wunderbaren kosmischen Körper gelangt, welche neu geordnet und mit ausführlichen Etiketten versehen, jetzt eine der interessantesten und wichtigsten Abtheilungen des Museums bilden. Bei der Ordnung wurde die Arbeit von G. Rose „Beschreibung und Eintheilung der Meteoriten, auf Grund der Sammlung im mineralogischen Museum zu Berlin“ — Abh. d. K. Ak. d. Wiss. 1863 —, im Wesentlichen zu Grunde gelegt. Einige Abweichungen wurden durch die seit einem Jahrzehnt errungenen Fortschritte der Meteori. tenkunde (namentlich durch die Arbeiten von Daubrée, V. v. Lang betreffend den Nachweis eines Bronzit-Pallasit's, Maskelyne; von Rammelsberg, Tschermak u. A.) bedingt. In Bezug auf die Auffindungs- oder Fallzeiten wurde vorzugsweise das vortreffliche Werk von Dr. O. Buchner: „Die Meteoriten in Sammlungen“ zu Rathe gezogen. Sämmtliche Meteoriten, welche bereits früher im Besitze unseres Museums waren, sind mit einem Asterisk* bezeichnet, diejenigen ohne Herkunftsangabe stammen sämmtlich aus der Krantz'schen Sammlung; einige von anderer Seite geschenkte Meteorite sind besonders bezeichnet. — Bei sämmtlichen Eisenmeteoriten (mit Ausnahme von Braunau) bezieht sich das Datum auf das Jahr der Auffindung; bei allen Steinmeteoriten auf die Fallzeit.

---

zum Nationalwohlstande steht. Der allgemeinen Bildung werden die ausgewählten Krantz'schen Mineralien dienen, wenn aus ihnen in Vereinigung mit den besten Stufen der bisherigen Sammlung eine Schausammlung wird hergestellt sein, in welcher ein jedes Stück entsprechend seinem Werth und seiner Eigenartigkeit mit einer genauen Etikette versehen ist. In solcher Weise zur Schau in einem vielbesuchten Museum gestellt, wird die grosse Erwerbung gewiss fruchtbringend nicht nur für die Studirenden, sondern auch für grössere Kreise der Gebildeten wirken, während sie zugleich den Mineralogen von Fach auf viele Jahre hinaus reiches Material der Forschung gewährt.

Digitized by Google

Fortlauf. Zahl	Jahreszahl und Tagesdatum	I. Eisenmeteorite.	Gewicht in Grammes
		1. **Meteoreisen** (Nickeleisen).	
		a. Aus Einem Eisen-Individuum bestehend, ohne schalige Zusammensetzung.	
1*.	1847	Gefallen 14. Juli. Braunau; zeigt sehr deutliche Spaltflächen und als Begrenzung der einen Seite die natürliche Rinde. Keine Widmannstätten'schen Figuren, wohl aber Aetzlinien.	51
		b. Aus grosskörnigen, schalig zusammengesetzten Individuen bestehend.	
2*.	1792	Zacatecas, Mexico. „Meteoreisen, welches aus der Nähe von Durango nach Zacatecas soll gebracht sein, wo es jetzt in einem Hause der Strasse Tacuba unbeachtet liegt" (Burkart). Zeigt einen Theil der natürlichen Oberfläche; wurde durch zwei Reihen von Bohrlöchern mit „unsäglicher Mühe" losgetrennt. Die geätzte Fläche lässt die Zusammensetzung aus grossen Nickeleisen-Körnern deutlich erkennen, sowie den eingeschalteten, nicht in zusammenhängenden Lamellen, sondern in getrennten Partien vorhandenen Schreibersit. Feine Aetzlinien im Eisen. Troilit (FeS) in einzelnen, theils rundlichen, theils verlängerten Körnern. (Lag bis vor Kurzem im Museum als „Toluca", wurde jetzt angeschliffen und als Zacatecas erkannt.)	3370
2 a*.		Zacatecas, theils von der natürlichen Oberfläche, theils von neuen geschliffenen Flächen begrenzt; zeigt vortrefflich die ganz eigenthümliche Zusammensetzung dieses Eisens aus zollgrossen rundlichen Eisenkörnern, welche wieder lamellare Bildung besitzen. Der Schreibersit nicht in zusammenhängenden Lagen, sondern in getrennten parallelen Partien. Diese wie auch die Aetzlinien	617

Digitized by Google

		lassen die verschiedene krystallographische Orientirung der einzelnen Eisenkörner deutlich erkennen. Troilit, Graphit. (War bis vor Kurzem als „Toluca" bezeichnet.)	Gr.
2 b.		Zacatecas; vier kleine Stücke $58^1/_2$; $43^1/_2$; 8; 2 Gr.	112
		c. Aus grobkörnigen Zusammensetzungsstücken ohne schalige Bildung.	
3.	1847	Seeläsgen bei Schwiebus, Reg.-Bez. Frankfurt a. d. Oder. Drei geschliffene zum Theil geätzte Flächen, ein Theil der natürlichen, Oberfläche. Schon auf der geschliffenen (noch viel deutlicher auf der geätzten) Fläche ist die Zusammensetzung aus getrennten Eisenkörnern durch feine, sehr krummlinige Sprünge angedeutet. Die Individuen sind durchschnittlich 1 Ctm. gross. Auf der geätzten Stelle sind die einzelnen Körner durch einen verschieden orientirten Schiller (Metall-Moirée) angedeutet, welcher durch zahllose Aetzlinien hervorgebracht wird.	1350
3 a.		Seeläsgen, ein von vier geschliffenen Ebenen und einem Theil der natürlichen, mit löcherigen Eindrücken versehenen Oberfläche begrenztes Stück; ein 8 Ctm. grosses, unregelmässig gerundetes Troilitkorn, umrandet von einer c. 1 Mm. dicken schwarzen,	2020
3 b.		Hülle. Eine Platte, am Rande die natürliche Oberfläche zeigend.	160
3 c.		Zwei Stücke $181^1/_2$; $32^1/_2$	214
3 d.		Ein rundliches durchschnittenes Korn von Troilit (FeS) aus dem Eisen von Seeläsgen.	40
		NB. Prof. Tschermak stellt in seinem Meteoritenkatalog (1. Oct. 1872) das Eisen von Seeläsgen zu den Meteoriten mit schaliger Zusammensetzung. Ich habe indess diese „sehr dicken Lamellen" an unsern Stücken nicht in überzeugender Weise wahr-	

Digitized by Google

genommen. Jedenfalls bietet dies Meteor- Gr.
eisen ganz besondere Eigenthümlichkeiten
dar, welche wohl die Aufstellung einer be-
sonderen Abtheilung rechtfertigen.

d. Eisenmassen, welche beim Aetzen Widmannstätten-sche Figuren geben und aus je einem Individuum mit schaliger, lamellarer Zusammensetzung, parallel den Oktaëderflächen bestehen.

4. 1784 Tejupilco (Tolucca); eine dicke keil- 3900
förmige durch zwei unter spitzem Winkel
gegen einander gerichtete Schnittflächen
begrenzte Platte, rings am Rande die natür-
liche Oberfläche zeigend. Die eine geätzte
Schnittfläche geht annähernd parallel einer
oktaëdrischen Ebene; auf dieser sieht man
demnach nur zwei, sich fast rechtwinklig
kreuzende Streifensysteme. Die Platte wird
durchsetzt von zwei auf beiden Schnitt-
flächen sichtbaren verlängerten Troilitpar-
tien. Ihre Querschnitte stellen sich als
gerundete Dreiecke dar. Die bräunlich-
gelbe matte Troilitmasse ist mit einer 1 Mm.
breiten, lebhaft glänzenden Zone (wahr-
scheinlich von Schreibersit) umgeben. Ausser
diesen grösseren finden sich auch kleinere,
ganz unregelmässig gestaltete Troilitmassen,
zuweilen in rechtwinklig (im Sinne der
Widmannstätten'schen Figuren) angeordne-
ten, lamellaren Partien; stets von einer
glänzenden peripherischen Zone umgeben.

4 a. „ Tejupilco; das Gegenstück der vorigen 2400
Platte; auch hier bilden die Widm. Figg.
nur zwei normale Liniensysteme. Die beiden
unregelmässig cylindrischen Troilitmassen
erscheinen auch hier.

4 b. „ Tejupilco; eine 15 Ctm. grosse, stark ge- 301½
ätzte Platte zeigt wunderschön die schalige,
lamellare Zusammensetzung dieser Abthei-

Digitized by Google

lung von Eisenmeteoriten. Original der durch Dr. Krantz vielfach verbreiteten, mittelst Naturselbstdruck hergestellten Abbildung. Man unterscheidet: Balkeneisen, Kamazit (v. Reichenbach) — die sich durchkreuzenden 1 bis 2 Mm. dicken Lamellen, welche die Hauptmasse dieses Eisens ausmachen; Bandeisen, Tänit (v. Reichenbach) umsäumt in feinen Linien das vorige, ist schwerer löslich in Säuren, erscheint daher als vorragende Lamellen auf der geätzten Fläche, als weisse Linien im Naturselbstdruck; Fülleisen Plessit (v. R.) füllt die rectangulären oder rhombischen Felder zwischen den Streifen des Balkeneisens aus, nach der Aetzung matt erscheinend; Glanzeisen, Lamprit (v. R.) bildet einzelne sehr glänzende, fast zinnweisse Körner, wird von Säuren nicht angegriffen. — Ausserdem erkennt man Troilit (FeS) in einem grossen gerundet dreiseitigen Korn, dunkelgrau, matt, von einer glänzenden Hülle (Schreibersit?) eingefasst. Graphit-Körner im Troilit. Gr.

4 c. 1784 Xiquipilco[1]), ein allseitig mit einer Rostrinde umgebener, die natürliche Form darbietender Eisenkörper von flach eiförmiger Gestalt. Auf der Oberfläche ein c. 3 Ctm. grosses Graphitkorn. 3190

4 d. „ Xiquipilco; ein sehr unregelmässig gestalteter verlängerter, höckeriger Körper mit löcherig-furchigen Eindrücken. 5570

4 e. „ Xiquipilco; eines der grössten Eisenstücke dieses Fundortes, von abgeplattet ambosähnlicher Gestalt, — zufolge zweier eigenthümlich verlängerter, stumpf enden- 27500

1) Tejupilco und Xiquipilco sind zwei benachbarte Dörfer. Beide Fundorte werden auch unter »Tolucca« zusammenbegriffen.

Digitized by Google

der Spitzen. Die Oberfläche im Allgemeinen flach, doch fehlen die rundlichen Einsenkungen nicht. Durch Zersetzung gebildete, grün gefärbte Ausschwitzungen verrathen den Nickelgehalt. Gr.

4 f. 1784 Xiquipilco; ein Eisenkörper von annähernd rhombischem Umriss, doch mit einer gerundeten und einer anderen verlängert hervortretenden Ecke. Auf der Oberfläche haften, scheinbar eingewachsen, zahlreiche kleine Quarzkrystalle, sich stellenweise zu einem Aggregat verbindend. Diese Quarze sind indess dem Meteoriten fremd und lediglich durch die Oxydation des Eisens oxydirt worden; sie rühren von dem Quarzsande her, in welchem der kosmische Körper lange gelegen. In dieser Weise ist die frühere Angabe des Vorkommens von Quarz im Meteoreisen von Toluca zu deuten. 10100

4 g. „ Xiquipilco; dickscheibenförmig, von eirundem Umriss. 733

4 h. „ Xiquipilco; von unregelmässig pyramidaler Gestalt, gleichfalls mit Quarzkrystallen in der oxydirten Rinde. 1375

4 i. „ Xiquipilco; ein gerundet prismatischer Körper. 720

4 k. „ Xiquipilco; merkwürdig durch einen Einschluss einer 4 Ctm. grossen blätterigen Masse von Schreibersit, dessen Lamellen parallel den Oktaëderflächen liegen. 538

4 l. „ Xiquipilco; von eigenthümlich gewölbter Form, einer Austernschale nicht ganz unähnlich; in einer kleinen Höhlung der oxydirten Rinde finden sich sehr kleine glänzende Krystalle, welche — indess wohl irrthümlich — für Magneteisen gehalten wurden. Ihre Bestimmung gelang noch nicht. 712

4 m. „ Xiquipilco; ein Körper von unregelmässig dreiseitigem Umriss mit einer eigen- 2570

Digitized by Google

		thümlich verlängerten Spitze; die Ränder zum Theil auffallend scharf.	Gr.
4 n.	1784	Xiquipilco; von rundlicher Form.	613
4 o.	„	Xiquipilco; vier kleinere Stücke (96;82; 74; 49 Gr.); in einem derselben befindet sich eine Schreibersit-Masse, deren Lamellen deutlich den oktaëdrischen Ebenen parallel liegen.	301
4 p.	„	Xiquipilco; ein unregelmässiger Körper mit stark ausgezogener Spitze.	207½
4 q*.	„	Xiquipilco; von unregelmässig dreiseitiger Gestalt, zeigt einen löcherigen Eindruck und in demselben die Reste eines Quarzsand-Aggregats, durch Oxydation mit der Rinde verbunden (s. 4f.)	1352
4 r.	„	Xiquipilco; Rindenfragmente, zum Theil oxydirt und Troilit-Stückchen.	345
4 s*.	„	Xiquipilco; eine dünne Platte geätzt	43
5.	1811	Elbogen, „wahrscheinlich in der zweiten Hälfte des 14. oder im ersten Drittel des 15. Jahrhunderts gefallen, zu welcher Zeit Kaiserliche Burggrafen im Schlosse zu Elbogen residirten“; „eine Eisenmasse von der Grösse und Gestalt eines Pferdekopfes.“ (Buchner, Meteoriten in Sammlungen 1863); der verwünschte Burggraf. Das kleine Stückchen zeigt auf der geschliffenen und geätzten Fläche die Streifen des Balkeneisens, eingefasst durch schmale glänzende Lamellen von Bandeisen.	3
6.	1814	Red River, Texas; zum Theil von der natürlichen Oberfläche begrenzt: ist das Original der von Shepard mittelst Naturselbstdrucks hergestellten Abbilduug. Am. Journ. Sci. Vol. II [2] 371.	395
6 a.	„	Red River; ein sehr unregelmässiges, theils von Bruchflächen, theils durch die natürliche Oberfläche begrenztes Stück.	2280
7.	1815	Lenarto, ein unregelmässiges, durch Loskeilen getrenntes Stück.	78

Digitized by Google

8.	1829	Bohumilitz, Böhmen; ein dünnes ringsum geschliffenes und geätztes Prisma, ausgezeichnet durch die sehr dicken (2½ Mm.) Schalen; Aetzlinien und kleine Rhabditstäbe treten sehr deutlich im Balkeneisen hervor; letzteres bildet fast ausschliesslich die Masse dieses Meteoriten, nur sehr untergeordnet in kleinen Feldern findet sich Bandeisen.	37 Gr.
8 a.	„	Bohumilitz; unregelmässig dreiseitig, angeschliffen.	7
9.	1844	Arva, Ungarn; eine dicke ovale von zwei geschliffenen Flächen begrenzte Platte; die geätzte Fläche zeigt vortrefflich die schalige Zusammensetzung. Reich an glänzenden (weil von der Säure nicht angegriffenen) Schreibersitkörnern, welche sehr unregelmässig vertheilt sind.	390
9 a.	„	Arva; ein gänzlich aus Schalen, parallel den Oktaëderflächen, zusammengesetztes Stück. Leicht lassen sich Lamellen von Schreibersit abtrennen.	51
10.	1844	Carthago, Smith Co. Tennessee Ver. St.; eine dicke Platte, zeigt schöne Widm. Fig., auf einer durch Abbrechen gebildeten Fläche die den oktaëdrischen Ebenen entsprechende schalige Structur. Körner von Troilit.	450
11*.	1846.	Tula, Dorf Netschaëvo, Russland auf den drei geschliffenen Flächen ist die Struktur dieses Eisens vortrefflich zu erkennen. In Folge des Erhitzens treten die Lamellen des Schreibersits als feine goldgelbe Linien auf violettem Grunde hervor. — Durch Auerbach 1857 als meteorisch erkannt.	183
11 a.	„	Tula, Dorf Netschaëvo.	115
12.	1850	Schwetz, Reg.-Bez. Marienwerder; zeigt natürliche Oberfläche. Die Widmannstätten'schen Figg. besitzen, wahrscheinlich in Folge der gewaltsamen Ablösung des Stücks, einen etwas gebogenen Verlauf.	42

Digitized by Google

			Gr.
12 a.	1850	Schwetz; ein kleineres Stück.	12
13.	„	Ruffs Mountain, Newberry, Süd-Carolina. Drei Stücke. Das schwerere, eine parallelepipedische von 6 geschliffenen Flächen umschlossene Platte, war mit der Etikette Lenarto bezeichnet. In Folge des Aetzens offenbarte sich indess eine so vollkommene Gleichheit des Gefüges mit dem Eisen von Ruffs Mountain, namentlich mit Bezug auf die für diesen Meteoriten so charakteritische körnige Structur des Balkeneisens, welche bei Lenarto nicht bekannt ist, dass ich an der Richtigkeit der neuen Bestimmung nicht zweifeln kann. Das Stück 11 b, welches durch Shepard an Krantz kam, ist eine dünnere, am Rande zum Theil durch die natürliche Oberfläche begrenzte Platte. In diesen beiden Stücken liegt die geätzte Fläche ungefähr parallel einer Oktaëderfläche, denn die Linien der Widm. Figuren schneiden sich unter Winkeln von ca. 60°. Das Balkeneisen ist durchaus körnig; eingefasst von feinen Lamellen des Bandeisens; letztere laufen zuweilen durch die Körner des Kamazits mitten hindurch. Eigentliches Fülleisen (Plessit) scheint kaum vorhanden; vielmehr ist die Ausfüllungsmasse der dreiseitigen Zwischenfelder gleichfalls körnig, nur die Körner von sehr viel geringerer Grösse; auch diese Füllmasse wird von feinsten Tänitlinien durchzogen. Das Stück 11 zeigt inmitten des Balkeneisens einzelne verlängerte Partien von Lamprit.	163
13 a.			137
13 b.			18
14.	1854	Sarepta, Gouvernement Saratow, Russland.	3
15.	1854	Putnam County, Georgia; mehrere kleine Stücke.	16
16.	1854	Werchne Udinsk, West-Sibirien; eine elliptische durch parallele Schlifflächen gebildete Platte, am Rande durch die natürliche	773

Digitized by Google

Oberfläche begrenzt. Eine Bruchfläche zeigt vortrefflich die oktaëdrische Schalenstructur, fast so deutlich wie das Eisen von Arva; enthält grosse Troilit-Körner. Gr.

17. 1856 Jewell Hill, Madison County, Nord-Car. (von Shepard); umschlossen von drei geschliffenen und einer natürlichen gewölbten Fläche; sehr feine Widm. Figuren. 74½

18. 1860 La Grange, Oldham County, Kentucky; eine Platte, am Rande einen Theil der natürlichen Oberfläche darbietend. Die Linien der Widm. Figuren sehr dicht gedrängt. Einige kleine Partien von Troilit. 121½

2. Pallasit.

In einer Grundmasse von Meteoreisen liegen Silicatkörner, von Olivin oder von Bronzit.

a. Olivin-Pallasit.

19. 1776 Krasnojarsk, Jeniseisk, Sibirien. Drei Stücke. Das berühmte Pallas-Eisen; von den Tataren als ein vom Himmel gefallenes Heiligthum betrachtet; von Chladni 1794 als eine vom Himmel gefallene Masse erklärt. Die alte Etikette lautet: „Ferrum statim suum s. nativum cavernulosum, cavernis circularibus, in quibus frequenter concluduntur Basaltes, ut fere videtur, pellucidi flacci aut aurei, vel similes in farinam albam fatiscentes. — Ex Sibiriae regione, quam descripsit Pallas, Itiner. T. III p. 411 seq.“ — Die Stücke zeigen, da die meisten Olivine herausgefallen, die Eisengrundmasse, d. h. ein schwammförmiges Skelett, „einem groben Seeschwamm ähnlich“ (Pallas). Die Löcher, welche einst die Olivine beherbergten, zeigen gerundete Wandungen unterbrochen durch ebene Flächen, genau entsprechend den Olivinkörnern, deren sphäroidische Form durch ebene, gleichsam angedrückte Flächen unterbrochen wird. 93 / 87 / 14

Digitized by Google

			Gr.
19 a.	1776	Krasnojarsk; ein noch wohlerhaltenes Stück, die Olivinkörner erfüllen noch das Eisenskelett.	47
19 b.	„	Krasnojarsk; lose Olivine von sphäroidischer Gestalt mit gleichsam angedrückten Flächen, welche nur selten sich in Kanten schneiden.	
20.	1827	Imilac[1]), Atacama, eine ausgezeichnete Platte, welche an einer Stelle des Randes die natürliche Oberfläche zeigt. Die Olivine bis 15 Mm. gross, dichtgedrängt, sehr bruchig, etwas verwittert; enthält (nach G. Rose) ein wenig Chromeisen.	295
20 a.	„	Imilac; bemerkenswerth wegen des Zurücktretens der Eisengrundmasse; dieselbe bildet nur zellenähnliche Wände von der Dicke dünner Bleche.	223
20 b.	„	Imilac; zahlreiche kleine Fragmente; die kleinen gleichen dünnen Eisenblechen.	43

b. Bronzit-Pallasit.

21*.	1861	Breitenbach, Kreis Elbogen, Böhmen. In einer Grundmasse von Meteoreisen liegen Krystalle von Bronzit, durch V. v. Lang bestimmt. In diesem Stücke die eingesprengten Silicatkörner zum grössten Theil herausgefallen, so dass die Eisengrundmasse in ihrer schwammähnlichen Gestalt ähnlich wie beim sibirischen Pallasit erscheint.	32
22*.	1861	Rittersgrün bei Schwarzenberg, Sachsen; die Platte zeigt einerseits die natürliche Oberfläche, andererseits eine geschliffene Fläche. Der Bronzit dunkelgrün. Die Eisengrundmasse gibt beim Aetzen Widm. Figuren, welche durch das ganze Stück (wie	51

1) Es sei gestattet, auf einen möglichen Irrthum in Tschermak's Meteoriten-Katalog v. 1872 hinzuweisen. Der verdienstvolle Forscher gibt als Fundort eines Meteoreisens mit schaliger Zusammensetzung aus der Wüste Atacama v. J. 1870 den Ort Ilimaë an, wahrscheinlich eine Verwechselung mit dem bereits früher bekannten Fundort des Pallasits von Atacama.

Digitized by Google

durch den ganzen Meteoriten) parallel gehen und beweisen, dass die Masse als Ein Meteoreisen-Individuum zu betrachten ist. Gr.

22 a. 1861 Rittersgrün; fünf kleinere, zum Theil angeschliffene Stücke. 10

3. Mesosiderit.

Körnige Gemenge von Nickeleisen, Olivin, Augit und Troilit; eine von G. Rose aufgestellte Meteoriten-Abtheilung, welche die Meteoreisen mit den Steinen verbindet.

23. 1856 Hainholz, Reg.-Bez. Minden, Westfalen; 2 Stücke 15 und 9 Gr.. Besteht aus Nickeleisen, Troilit (in geringer Menge), Olivin in grossen Körnern, Augit (Var. Bronzit). Die beiden Silicate und das Nickeleisen wurden von Rammelsberg untersucht. — Schwitzt Eisenchlorid aus und ist sehr zum Rosten geneigt. 24 Gr.

24. 1860 Newton County, Arcansas. Eine Etikette von Lawrence Smith sagt: „with carbonate of lime on the surface.“ Besteht aus Nickeleisen, Troilit, gelbem Olivin, dunkelgrünem Augit. Die Vertheilung des Eisens zwischen den Silicaten ist sehr merkwürdig, es bildet verästelte Körner, welche zuweilen zu einer Art von Grundmasse sich verbinden. Das Eisen zeigt nach dem Aetzen keine Widmannst. Figuren, wohl aber ein äusserst feinkörniges Gefüge und einen Moirée-Schiller. 30

II. Steinmeteorite.

4. Chondrit.

In einer feinkörnigen Grundmasse liegen Körner von Olivin, Nickeleisen, Magnetkies, Chromeisen, sowie kleine Kugeln von mehr dunkler oder lichter Farbe, rauher Oberfläche, theils schaliger, theils excentrisch fasriger Struktur. Unter dem Mikroskop erscheinen diese Meteoriten wie ein Agglomerat zahlloser kleinerer und grösserer kugeliger Gebilde. Die Grundmasse theils von zerreiblicher, tuffähnlicher, theils von krystallinischer Beschaffenheit; licht oder dunkel.

Digitized by Google

25. Nov. 4.	1492	Ensisheim, Ober-Elsas von breccienartigem Ansehen, aus einer schwarzen, vorherrschenden und einer graulichweissen Masse bestehend.	32Gr.
25a.	„	Ensisheim, ein Theil der Oberfläche mit einem glänzenden Eisenspiegel bedeckt.	5
26. 16. Juni.	1794	Siena, Toscana; breccienähnlich durch dunkle Einschlüsse von runder oder eckiger Gestalt, welche in einer lichtgrauen Masse liegen, wenig Nickeleisen.	3½
27. 26. April.	1803	Aigle, Dept. Orne, Frankreich. Ein ganz umrindeter Stein, im Umriss subrectangulär, flachgewölbt.	63
27 a.		Aigle. Zwei Fragmente; schwarze und weisse chondritische Kugeln; Schmelzadern.	18
28.	1804	Hacienda de Bocas bei S. Luis Potosi, Mexico; graulich-weiss, 2 kleine rindenlose Stücke. (½ gr., ½ gr.)	1
29. 14. Dec.	1807	Weston, Connecticut (zwei Stückchen).	5
30. 25. März.	1807	Timochin, Juchnow, Smolensk, Russland, mit einem Theil der Rinde. Dunkle Kügelchen.	87
31. 15. April.	1812	Erxleben bei Magdeburg; lichtgraue feinkörnig krystallinische Grundmasse, darin 1 bis 2 Mm. grosse Kugeln, Olivin, Nickeleisen, Magnetkies.	1
32. 5. Aug.	1812	Chantonnay, Vendée; 3 Stücke (15, 5, 3 Gr.) Dunkle und lichte Massen in conglomeratähnlichem Gefüge.	23
33. 12. Juli.	1820	Lixna unfern Dünaburg, Russland; graue Grundmasse mit lichten Kügelchen.	20
34. 18. Juli.	1831	Vouillé bei Poitiers, Frankreich.	1½
35. 13. Febr.	1839	Little Piney, Pine Bluff, Missouri; mehrere kleine Fragmente, theilweise mit Rinde; mit vielen dunklen Kugeln.	1
36. 12. Juni.	1841	Chateau-Renard, Dept. Loiret, Frankreich; 2 Stücke (9 und 8 Gr.).	17

Digitized by Google

37. 1844 Favars, Dept. Aveyron, Frankreich. 2 Gr.
21. Octob.

38. 1847 Linn County, Jowa; mit Rinde. 74
25. Febr.

39. 1849 Cabarras County, Nord-Carolina. 1
31. Oct.

40. 1852 Mezö-Madaras, Maroser Stuhl, Siebenbürgen; sehr schönes Stück, in grauer Grundmasse sehr zahleiche chondritische Kugeln, fast nur lichte, sehr wenig dunkle. Dieselben sind häufig von Nickeleisen gleich einem Metallringe umsäumt; grosse Körner von Schwefeleisen. 352
4. Sept.

41. 1853 Girgenti, Sicilien; mit Schmelzrinde; lichtgrau. Dunkle chondritische Kugeln nur in sehr geringer Zahl vorhanden; häufiger kleine graue oder lichte sphärische Partien. Gerundete gelbliche Krystall-Körner von Olivin. Nickeleisen in runden und gezackten Körnern. Magnetkies, speisgelb bis tombackbraun, auch zuweilen stahlblau. Chromeisen. Höchst feine schwarze Linien mit Schmelzmasse erfüllt durchziehen das Innere des Steins. 39
10. Febr.

42. 1855 Insel Oesel, Russland, kleine Bruchstücke; lichtgrau, stellenweise dunkelblaugrau. 9
11. Mai.

43. 1855 Gnarrenberg bei Bremervörde, Prov. Hannover. Bruchstücke, grau mit lichten sphärischen Partien, wenigen dunklen chondritischen Kugeln. 32
13. Mai.

44. 1858 Ausson, Dept. Haute Garonne, Frankreich, kleine Fragmente. Grundmasse lichtgrau, darin viele dunkle chondritische Kugeln, Olivin, Nickeleisen, Magnetkies. 15
19. Dec.

45. 1860 New Concord, Muskingum County, Ohio. Drei Stücke, darunter eines mit einem Theil der Rinde (115, 38*, 30 Gr.). (Eines dieser Stücke war mit der Etikette Barbotan — 1790 bezeichnet; dasselbe ist aber den 183
1. Mai.

Digitized by Google

		Steinen von New-Concord so vollkommen ähnlich, dass ein Irrthum anzunehmen ist). Grundmasse feinkörnig, licht. Chondritische Kugeln wenig deutlich. Nickeleisen von silberweisser Farbe in kleinen zackigen Körnchen; Magnetkies, Chromeisen.	Gr.
46.	1862	Meno, Alt-Strelitz, dunkelgrau, sehr kry-	30
7.	Octob.	stallinisch.	
47.	1863	Buschhof, Kurland, 2 Stücke mit Rinde	15
2.	Juni	(13; 2 gr.) lichtgrau ohne deutliche Kugeln.	
48.	1863	Pilistfer, Livland; vom Steine v. Aucoma,	100
8.	Aug.	sehr krystallinisch körnig.	
49.	1863	Tourinnes la Grosse, Belgien; zwei	7
7.	Dec.	Steine (4, 3 gr. davon der eine ein Geschenk des Hrn. Pat. Renard), weisse feinkörnige Masse, ohne deutliche Kugeln.	
50.	1864	Nerft (Bauerhof Poghel), Kurland, kleines	2
12.	April	Stück mit Rinde; weiss, feinkörnig.	
51.	1866	Knyahinya, Unghvarer Comitat, nördliches	
9.	Juni	Ungarn; grau, feinkörnig. Umschliesst sehr zahlreiche, bis 5 Mm. grosse, graulichweisse Kugeln, welche zuweilen von einer dünnen schwärzlichgrauen Hülle eingefasst werden. Nickeleisen und Magnetkies, zuweilen einen Ring um die Kugeln bildend. — Einer der grossartigsten Meteoritenfälle, über tausend Steine im Gesammtgewicht von etwa 500 Kilogr., alle überrindet. Schmelzrinde theils schwarz und matt, theils röthlich und glänzend. Oberfläche in eigenthümlicher Weise mit flachen Furchen bedeckt, wie mit einem Hohlmeissel sculpirt.	
		Ringsumrindeter Stein von dreiseitigem Umriss und keilförmiger Gestalt.	3596
51 a	„	Flacher Stein mit seltsam scharfen Kanten; ein Theil der Rinde abgeschliffen; zeigt vortrefflich die Structur dieses Meteoriten, namentlich die weissen Kugeln in der grauen Grundmasse, das Nickeleisen, die klein-	2405

Digitized by Google

körnigen Massen von Magnetkies. Gr.

51 b. 1866 Stein von spitz pyramidaler Gestalt, subrectanguläre Basis, abgestumpfte Spitze. 707

51 c, d. „ Zwei ähnlich gestaltete Steine (521 und 179) 700

51 e,f,g. 51 h,i,k. Mittelgrosse, umrindete Steine von unregelmässiger Gestalt (434½, 206½, 195, 169, 158, 103) 1266

51 l. Ein durchschnittener und geschliffener Stein 138

51 m. Ein flaches Fragment. 163

51 n. 25 kleinere Steine. 384

51* o. Zwei kleine Steine (38, 28 gr.) 66

51 p. Ein Meteorit mit der von Dr. Krantz geschriebenen Etikette „Siena, 1846 von Sowerby in London erhalten". Es muss indess hier ein Irrthum vorliegen; denn der rindenlose Stein ist durchaus ähnlich den Meteoriten von Knyahinya und gänzlich verschieden von Siena s. ob. Nro. 25. 320

52. 1868 30. Jan. Pultusk, Distrikt Makow, Gouvernement Plock, Polen. — Lichtgrau, feinkörnig. Umschliesst: Nickeleisen, theils in vereinzelten grösseren Körnern, theils in zackig verästelten, kleineren Körnern der Grundmasse beigemengt, theils in feinen Lamellen auf den Ablösungsflächen (Spiegeln); Schwefeleisen (sehr wahrscheinlich Magnetkies); gelbliche Körner (Olivin); weisse Körner (Enstatit); Chromeisen, nur in geringer Menge; chondritische Kugeln, selten über 1 Mm. gross, von dunkler oder lichtgrauer, gelblichweisser, weisser, bläulichweisser, bläulichgrauer Farbe. Die Grundmasse ist wesentlich ein Gemenge von Olivin und Enstatit (od. Bronzit).

Segment eines dickscheibenförmigen Steins, dessen Rand zur Hälfte durch die ursprüngliche Peripherie des planetarischen Körpers, zur Hälfte durch zwei annähernd rechtwinklig zu einander stehende Bruchflächen gebildet wird. Auffallende Verschieden- 868

Digitized by Google

		heit der Brust und der Rückenseite. Erstere höher gewölbt und zu sanft gerundeten Buckeln gestaltet, Schmelzrinde schwarz, matt, deutliche Strömungslinien der Schmelzmasse. Die Rückenseite stellt einen im Allgemeinen ebenen Bruch dar von eigenthümlich kleinhöckeriger Beschaffenheit, mit dünnerer, kupferroth schimmernder Schmelzrinde.	Gr.
52 a.	1868	Umriss abgerundet dreiseitig, Scheitel breit und eben, Brustseite hoch gewölbt, steil in den Flanken abfallend. Rückenseite ebenflächig. Radiale Schmelzlinien vom Scheitel nach der Peripherie laufend. Zweifache Schmelzmasse: eine röthlichbraune, den ganzen Stein einhüllend, eine schwarze bildet vorzugsweise die Schmelzlinien und breitet sich in spitzen Zungen über die Flanken aus.	38
52 b.	„	Ein Fragment von ausgezeichnet zerbrochener Gestalt. Die ursprüngliche Form des kosmischen Körpers war wohl auch hier ein Sphäroid. Zweierlei Schmelzrinde, eine dickere auf der älteren Oberfläche und eine dünnere auf den neueren Bruchflächen. Dieser Stein, obgleich offenbar Fragment, ist dennoch ganz umrindet und lässt keinen Zweifel daran übrig, dass das Erglühen und die Schmelzung schon vor der Zertrümmerung stattfand und nach derselben mit geringerer Intensität fortdauerte.	367
52 c.	„	Ein ganz umrindeter Stein von trapezoidischem Umriss, zeigt vortrefflich den Unterschied von Brust- und Rückenseite. Jene ist regelmässig gewölbt; die Rückenseite durch unebene, kleinhöckerige, von dünnem Schmelz bedeckte Bruchflächen gebildet. Vom Scheitel der Oberseite ziehen radiale Schmelzrinden-Wülste zur Peripherie, wo sie sich zu einem erhabenen Saume verbinden.	
52 d.		Ein seltsam pfriemenförmiger, ganz umrin-	350

Digitized by Google

	deter Stein; zeigt eine schmale, schwache Wulst von Nickeleisen mit einer dünnen Lage bräunlichen Schmelzes bedeckt.	Gr.
52 e.	Ganz umrindeter Stein; von meisselähnlicher Gestalt mit einer fast schneidigen Kante. Ein grosses vorragendes Nickeleisenkorn.	45
52 f.	Ein kleiner Stein mit kielförmig gewölbter Brustseite, bezeichnet durch radiale Schmelzlinien. Auf der Rückenseite haftet, durch Schmelz verkittet, ein Haufwerk kleiner und kleinster Meteoritenkörner.	12
52 g.	Trägt, ähnlich dem vorigen, auf der Rückenseite angeschmolzene kleinste meteorische Fragmente.	12
52 h.	Zwei Steine (57 und 33 gr.), welche auf dem Bruche eine eigenthümliche breccienähnliche Structur erkennen lassen. Die schwarze Schmelzmasse der Rinde dringt in Gestalt eines Maschenwerks ins Innere; auf dunklem Grunde treten mit scharfen Grenzen lichte Partien hervor.	90
52 i.	Fragment eines abgeplatteten Sphäroids mit ausgezeichneten Ablösungsflächen, ähnlich den sog. Harnischen, theils mit schwarzem Schmelz, theils mit feinsten Eisenlamellen bedeckt.	950
52 k.	Ein durch 2 rechtwinklig sich treffende Bruchflächen deutlich als Fragment charakterisirter Stein.	828
52 l.	Ein grosses, ganz umrindetes Steinfragment, von eigenthümlich unregelmässiger Form, ein kosmischer Splitter; eine fast ebene Bruchfläche entblösst ein grösseres Nickeleisenkorn. Ein beim Niederfall entstandener frischer Bruch zeigt das Eindringen der peripherischen Schmelzmasse in das Innere des Steins in Form schwarzer Linien und Adern.	2150

Digitized by Google

		Gr.
52 m.	Grosser sehr unregelmässiger Stein mit einer grossen, kaum überrindeten Bruchfläche.	3770
52 n.	Steinfragment, auf der Rückenseite kleine Meteoriten-Körner.	390
52 o.	Zwei Steine von abnormer, doch unter sich sehr ähnlicher Gestalt: unregelmässige Pyramiden mit flacher, gerundet dreiseitiger Basis und einer scharfen, seitlich gestellten resp. umgebogenen Spitze (1232 und 978 gr.).	2210
52 p.	Fragment eines scheibenförmigen Körpers.	880
52 q.	Zwei Steine (545 und 537) mit doppelter Schmelzrinde: einer älteren, dünneren, röthlichbraunen und einer jüngeren, schaumigen, schwarzen.	1082
52 r.	Zwei unregelmässige Steine mit seltsamen Einkerbungen (1138 und 568 gr.).	1706
52 s.	Zwei Fragmente mit Rinde und Bruchflächen (253 und 220).	473
52 t.	Zwei unregelmässige, ganz umrindete Steine, an ihrer Oberfläche oxydirt, wahrscheinlich weil sie erst nach dem Schmelzen des Schnee's aufgehoben wurden (593 und 460).	1053
52* u.	Ein normaler Stein von abgeplattet sphäroidischer Gestalt mit erkennbarer Brust- und Rückenseite.	602
52* v.	Drei Steine, zum Theil mit sehr deutlicher Brust- und Rückenseite. Schmelzlinien (19, 14, 2 gr.).	35
52 w.	Stein mit einer ausgezeichneten weissen chondritischen Kugel.	287
52 x.	Zwölf Steine (245*, 134, 37, 32, 30, 25, 21, 19, 18*, 18, 15, 13).	607
52 y.	Ein ungewöhnlicher Stein; unter 1200 untersuchten gleichartigen Steinen ein einziger verschieden; ursprünglich ein abgeplattetes Sphäroid; schwarze, glänzende schaumige Schmelzrinde; von geringerem specif. Gew. als die normalen Steine, fast frei von Nickeleisen. Die Silicate dieses Steins	12

Digitized by Google

sind indess identisch mit den gewöhnlichen Steinen dieses Falles. Zwei Fragmente (9 und 3 gr.). Gr.

53. 12. Juli 1868 Ornans, Dept. Doubs, Frankreich; lockere dunkelgraue Masse, aus staubartig feinen Silicatkugeln bestehend; spärlich Nickeleisen. (Geschenk von Herrn Daubrée). 10

54. 1. Jan. 1869 Hessle, unweit Upsala, Schweden. Zwei kleine umrindete Steine, (3 und 1 gr.); zahlreiche dunkle Kugeln, Nickeleisen, Magnetkies, Chromeisen. (Geschenk von Prof. Nordenskjöld). 4

55. 5. Mai 1869 Krähenberg bei Zweibrücken in d. Pfalz; weisse Grundmasse, durch dunkle Einschlüsse breccienähnlich. U. d. Mikrosk. erscheint die Grundmasse aus allerkleinsten, runden, agglomerirten Körnchen bestehend, Nickeleisen, Olivin, Magnetkies, Chromeisen, deutliche dunkle, chondritische Kugeln. 17

56. 31. Aug. 1872 Orvinio in der Römischen Provinz, sehr dunkle Grundmasse, breccienähnlich; zahlreiche chondritische Kugeln, Nickeleisen, Magnetkies. „Dieser Meteorit ist vergleichbar einer Breccie vulkanischen Gesteins, welche aus einer dichten Grundmasse und aus körnigen Trümmern desselben Gesteins zusammengesetzt ist" (Tschermak). (Geschenk von Dr. Phil. Keller.) 2

5. Manegaumit.

Körniges Gemenge von Bronzit.

57. 26. Juli 1843 Manegaum in Kandeish, Ostindien. In einer kleinkörnigen Grundmasse von Bronzit grössere Körner desselben Minerals, sehr wenig Chromeisen, kein Nickeleisen (Gesch. von Professor Maskelyne). 1

58. 17. Juni 1870 Ibbenbühren in Westfalen (20 und 3 gr.) Besteht aus einer weissen bis grau- 23

Digitized by Google

lichweissen körnigen Grundmasse, in welcher sehr zahlreiche, kleine und grosse Krystallkörner (Bronzit) von lichtgelblichgrüner Farbe liegen. Kein Magnetkies, fast ganz frei von Nickeleisen. Gr.

6. Chladnit.

Körniges Gemenge von Enstatit.

59. 1843 25. März Bischopville, Süd-Carolina; ein Meteorit bis jetzt einzig in seiner Art. In hellgrauer, weissgefleckter, kleinkörniger Grundmasse grössere und kleinere schneeweisse Krystalle von Enstatit. Nur in geringer Menge: Nickeleisen, Magnetkies, ein schwarzes Mineral, nach Shepard Schwefelchrom. Dieser Meteorit zeichnet sich auch durch seine Schmelzrinde vor allen andern aus, sie ist schwarz- und weissgefleckt; „die schwarzen Partien sind glänzend und obsidianartig, die weissen zuweilen matt, zuweilen indess auch glänzend und durchscheinend wie Porcellan oder Email". (G. Rose). $2^1/_2$

7. Eukrit.

Krystallinisch-körniges Gemenge von Anorthit und Augit; sehr ähnlich gewissen tellurischen Gesteinen: z. B. dem Eukrit von Carlingfors in Irland, der Tjorsà-Lava auf Island, dem Eukrit von Hammerfest in Norwegen.

60. 1808 22. Mai. Stannern bei Iglau in Mähren; Gemenge kleinkörnig, der Anorthit nicht regelmässig begrenzt, rissig, daher undurchsichtig; der Augit gleichfalls nicht sehr deutlich begrenzt. Grob- und feinkörnige Partien mit einander wechselnd. Sehr wenig Nickeleisen. Schmelzrinde glänzend schwarz, mit deutlichen Schmelzlinien. 14

8. Kohlehaltige Meteorite

Feinkörniges Gemenge von Olivin, Bronzit, Nickel-

Digitized by Google

eisen, Schwefeleisen, Chromeisen. „Sie enthalten amorphe Kohle und eine organische (? wahrscheinlich secundär gebildete) Kohlenstoffverbindung und geben Wasser beim Erhitzen“ (Rammelsberg). Gr.

61. 1864 14. Mai. Orgueil, Dept. Tarn und Garonne, Frankreich. Kleine Stücke und grobes Pulver. Eine schwarze, zerreibliche, zerfallende Masse. Weisse Ausblühungen von Sulfaten. 51

Anhang.

62. 1870 Eisen von Ovifak, Insel Disco, Grönland, entdeckt von Prof. Nordenskjöld. Fünfzehn grosse gerundete Eisenmassen (die grösste 20000 Kilo schwer) fanden sich auf einem Raum von 50 □ Met. an der Meeresküste, ursprünglich in einem Basaltgang eingewachsen, in Begleitung von Eukrit und Troilit. Theilweise noch von der ursprünglichen Oberfläche begrenzt. Die geschliffene Fläche zeigt die durch Schreibersit-Lamellen bedingte schalenförmige (lamellare) Structur, welche indess ganz verschieden ist von der Structur aller andern Meteoriten. Die Frage, ob diese Eisen kosmisch oder tellurisch, — und in diesem Falle durch den Basalt aus der Tiefe hervorgebracht — kann noch nicht mit Sicherheit entschieden werden. Zum Schutze gegen die Verwitterung mit einem Firniss überzogen. Geschenk des Hrn. Prof. Nordenskjöld. 2870

62 a. Ovifak, ein durch Hrn. Nordenskjöld aus dem Basaltgang losgelöstes Eisenstück. Tröpfchen von Eisenchlorid schwitzen aus der Masse heraus und verrathen die leichte Zersetzbarkeit dieses Eisens. 88

63*. Bitburg, Eifel. Ein durch Einschmelzen und Schmieden veränderter und zerstörter Pallasit. Die Silicatkörner sind zu einer schlackigen Masse geschmolzen. 3440

Digitized by Google

Correspondenzblatt.
№ 2.

Bericht über die XXXII. General-Versammlung des Naturhistorischen Vereins für Rheinland und Westfalen.

Die in der Pfingstwoche am 18. und 19. Mai in Minden tagende Gesellschaft fand hier zwar eine geräuschlose, aber überaus freundliche und zweckentsprechende Aufnahme, unter welchem Eindrucke denn auch der Verlauf der Zusammenkunft einer sich ruhig abwickelnden Familienangelegenheit glich. Die Betheiligung der Mitglieder aus dem Rheinlande war eine geringe, und die Vorversammlung am 17. Mai Abends in dem Locale der Tonhalle verhältnissmässig von wenigen, meist einheimischen Vereinsgenossen besucht. Gleichwohl fand die Eröffnung der ersten Sitzung am Dinstag den 18. Mai um 9½ Uhr in dem Saale der Harmonie durch den Herrn Vereins-Präsidenten Excellenz v. Dechen unter Anwesenheit von mehr als 80 Theilnehmern Statt, denen sich späterhin noch einige von auswärts eingetroffene zugesellten.

Herr Bürgermeister Brüning bewillkommte zunächst die Versammlung im Namen der Stadt und dankte für die Ehre des Besuchs, worauf der Herr Präsident mit einem Hinblick auf den Brauch und Zweck des Vereins antwortete.

Der Vereins-Secretär Dr. Andrä erstattet sodann den nachstehenden Bericht über die Lage und Wirksamkeit des Vereins während des Jahres 1874.

Am Ende des Jahres 1873 zählte der Verein 1426 Mitglieder, von welchen im Laufe des Jahres 1874 die nachfolgenden 29 ordentlichen Mitglieder durch den Tod entrissen wurden: Geh. Bergrath Dr. Burkart, Gutsbesitzer Löhnis, Prof. Mendelssohn, Prof. Max Schultze und Garten-Inspektor Sinning, sämmtlich in Bonn, Geh. Commerzienrath Leiden in Cöln, Consistorial-Secretär Jentsch und Regierungsrath Zeiler in Coblenz, Spinnereibesitzer Jung in Kirchen a. d. Sieg, Ober-Bergrath Gallus und Fabrikant Westhoff in Düsseldorf, General-Director Hasenclever und Rentner Rasquinet in Aachen, Regierungsbaurath Giese in Trier, Geh. Bergrath Sello und Glashüttenbesitzer Wagner in Saarbrücken, Rentner O. Brandt in Vlotho, Salinendirector Grund in Burgsteinfurt, Prof. Koppe in Soest, Fabrikant Müllensiefen in Crengeldanz, Carl Wurmbach in Siegen, Freiherr von Droste-

Digitized by Google

Hülshof in Münster, Bergassessor Brasse in Weilburg, Berghauptmann von Carnall in Breslau, de Verneuil in Paris, Prof. Vogelsang in Delft, Ingenieur Wohlwerth in Stiring, Freiherr von dem Busche-Münch in Renkhausen und Director Simmersbach in Ilsenburg. Ausser diesen traten 30 Mitglieder theils freiwillig aus, was häufig durch Umzug in entferntere Provinzen und Länder veranlasst wurde, theils mussten sie gelöscht werden, weil sie seit längerer Zeit entweder ihre Beiträge nicht entrichtet oder verabsäumt hatten, von ihrem neuen Aufenthaltsorte Kunde zu geben, und daher nicht mehr zu finden waren. Der Gesammtverlust beträgt hiernach im abgelaufenen Jahre 59, wogegen 119 neue Mitglieder aufgenommen wurden, so dass am 1. Januar 1875 ein Bestand von 1486 verblieb. Da nun bis zum 6. Mai dieses Jahres bereits 43 Beitrittserklärungen erfolgt sind, so geht aus diesen Zahlen unverkennbar hervor, dass der Verein, ungeachtet des seit 2 Jahren erhöhten Beitrages, sich wieder eines erheblichen Wachsthums zu erfreuen hat.

Unter den vorher erwähnten Verstorbenen hat der Geh. Rath Burkart bei dem Verein die Stelle eines Sections-Directors für Mineralogie innegehabt, und Otto Brandt in Vlotho die eines Bezirksvorstehers für Minden: für Beide werden den Statuten gemäss Neuwahlen stattzufinden haben. Dem Andenken des erstgenannten langjährigen Mitgliedes ist von befreundeter Seite ein Nekrolog in unserm Correspondenzblatt gewidmet worden, worauf wir hier aufmerksam machen wollen. Der zweitgenannte hat seiner treuen Zuneigung für den Verein noch besonders dadurch Ausdruck gegeben, dass er seine reiche und schöne Sammlung Westfälischer Versteinerungen der Gesellschaft testamentarisch hinterlassen hat, wofür ihm die dankbarste Erinnerung bewahrt bleiben wird.

Veröffentlicht wurde der 31. Jahrgang der Verhandlungen, welcher $37^3/_8$ Bogen nebst 3 Tafeln Abbildungen und einem photographischem Porträt enthält. Hiervon entfallen $10^1/_2$ Bogen auf Originalaufsätze, zu welchen die Herren G. Becker, Brauns, v. Dechen, Lehmann, Nöggerath, Schlüter, Winter und Zirkel beigetragen haben; 9 Bogen umfasst das Correspondenzblatt, worin sich das Mitgliederverzeichniss, die Berichte über die 31. Generalversammlung und die Herbstversammlung, kleinere Mittheilungen und Nachrichten, so wie der Nachweis über die Erwerbungen der Bibliothek und der naturhistorischen Sammlungen findet; $17^1/_8$ Bogen die Sitzungsberichte der Niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde mit einem reichen Schatz an neuen wissenschaftlichen Ergebnissen, und $^3/_4$ Bogen das allgemeine Inhaltsverzeichniss.

Der Druckschriftentauschverkehr mit den gelehrten Gesellschaften und Instituten ist durch 6 neue Beitrittserklärungen vermehrt worden, so dass die Journalzahl jetzt 208 beträgt. Geschenke

Digitized by Google

sind der Bibliothek von den verschiedensten Seiten zugegangen und als besonders dankenswerthe Gabe hervorzuheben: die vom Königl. preussischen Handelsministerium übersandten 5 Lieferungen der geologischen Karte von Preussen und den thüringischen Staaten nebst erläutendem Text. Durch Ankauf wurde die nicht colorirte Ausgabe von Reichenbach's Icones Florae Germanicae et Helveticae I. bis XVII. Band und Gandin's Flora Helvetica antiquarisch erworben. Das Naturhistorische Museum erhielt, ausser kleinern Zuwendungen von einzelnen Mitgliedern, zunächst eine namhafte Vermehrung durch das schon erwähnte Vermächtniss von Otto Brandt, welches 8 grosse Kisten hauptsächlich Versteinerungen umfasst, dann durch die Erwerbung der vom Regierungsrath Zeiler hinterlassenen Sammlung devonischer Versteinerungen des Rheinlandes, welche durch die Fürsorge des Herrn Vereinspräsidenten v. Dechen in den Besitz der Gesellschaft gelangt sind und 7 theilweise grosse Kisten füllen. Zur Bergung dieser Schätze hat sich ein ungenannter Gönner dés Vereins gefunden, der dem Vorstande 600 Thaler zur Beschaffung von Schränken überwies, wofür 5 dreireihige Schränke mit 180 Schubladen und entsprechende Aufsatzkasten in Glas hergestellt wurden, worin im Laufe dieses Sommers die neuen Erwerbungen untergebracht werden sollen. Das Herbarium ist bereits durch die Thätigkeit des Herrn Rentner G. Becker in Bonn in dem neuen Museumsraume systematisch aufgestellt und die verschiedenen Abtheilungen sind so geordnet, dass sie den Benutzern sehr leicht zugänglich sind. Ueber sämmtliche Erwerbungen giebt das Correspondenzblatt Nr. 2 nähern Aufschluss.

Der Kassenbestand aus dem Rechnungsjahre 1873 betrug

	1234	Thlr.	27	Sgr.	5	Pf.
Einnahme des Jahres 1874	3645	»	10	»	—	»
	4880	»	7	»	5	»
Die Ausgaben betrugen 1874 incl. der Kaufsumme für angeschaffte 10 Cöln-Mind. Prior.-Actien à 100 Thlr. mit 948 Thlr.	4191	»	29	»	10	»
Bleibt a) als baarer Kassenbestand 1. Jan. 1875	688	»	7	»	7	»
b) in 10 Cöln-Mind. Prior.-Actien im Nominalwerthe ad . . . . . 1000 Thlr.						
sowie aus der Rechnungs-Ablage 1873: 4 desgl. do. 400 »						
Total 1400 »						

Die General-Versammlung zu Pfingsten 1874 fand unter sehr zahlreicher Betheiligung und in jeder Hinsicht zufriedenstellendem

Digitized by Google

Verlauf in Andernach statt. Hier wurde zunächst auch die Wiederwahl der Herren Prof. Karsch in Münster als Sectionsdirector, Dr. Wilms in Münster und Dr. Löhr in Cöln als Bezirksvorsteher vollzogen, woran sich die der bisherigen Beamten des Vereins, der Herren Dr. von Dechen als Präsident, Dr. Marquart als Vicepräsident, Dr. Andrä als Sekretär und A. Henry als Rendant reihten. Die Herbstversammlung tagte am 5. October in den Räumen des Vereinsgebäudes zu Bonn, hatte aber leider meist nur einheimische Mitglieder aufzuweisen, weshalb wohl hier, insbesondere an die dem Vereinssitze näher wohnenden, die Bitte erlaubt sein mag, den Herbstversammlungen eine lebhaftere Theilnahme gewähren zu wollen.

Für die General-Versammlung im Jahre 1876 ist vorläufig die Stadt Trier in Aussicht genommen worden.

Nachdem hierauf den Herren Baurath Pietsch und Dr. v. d. Marck die Revision der Rechnungen übertragen worden war, brachte der Herr Präsident die nachstehenden Vereinsangelegenheiten zur Erledigung. An Stelle des Vicepräsidenten Herrn Dr. Marquart, welcher aus Gesundheitsrücksichten sein Amt niedergelegt hatte, wurde Herr Ober-Bergrath Bluhme in Bonn damit betraut und ersterer in Anerkennung seiner grossen Verdienste um den Verein zum Ehren-Vicepräsidenten ernannt. Die durch den Tod des Buchhändlers A. Henry erledigte Rendantur wurde dessen Sohn Herrn C. Henry übertragen, und für die verstorbenen Mitglieder Geh. Rath Burkart in Bonn und Otto Brandt in Vlotho, von welchen ersterer als Sections-Director für Mineralogie und letzterer als Bezirksvorsteher für den Regierungsbezirk Minden fungirt hatten, wurden die Herren Ober-Bergrath Fabricius in Bonn und Baurath Pietsch in Minden zu den betreffenden Posten erwählt. Bekanntgegeben wurde noch, dass mit Zustimmung der Gesellschaft die nächstjährige General-Versammlung in Trier stattfinden soll und dass für das Jahr 1877 eine Einladung nach Münster Seitens des Magistrats dieser Stadt vorliege, bezüglich deren die Anwesenden sich äussern möchte, worauf einstimmig die Annahme beschlossen wurde.

Danach begannen die wissenschaftlichen Vorträge und Mittheilungen, welche

Herr Baurath Pietsch mit verschiedenen Notizen über naturwissenschaftliche Beobachtungen aus dem Bereiche seiner Heimath eröffnete, die sich ihm gelegentlich seiner Geschäftsverwaltung dargeboten hatten und folgende sind: Durch die Baggerarbeiten im Weserbette unweit Minden wurden graue thonige Schichten des Hils mit *Avicula macroptera* und des Gault mit *Avicula semiradiata* aufgeschlossen. Ferner wurden hier-

Digitized by Google

bei zwei Syenithhämmer zu Tage gefördert, welche bereits dem ethnographischen Museum in Berlin übersandt worden waren, wovon aber Nachbildungen zur Ansicht vorlagen. Ein anderer Steinhammer, wahrscheinlich aus Kieselschiefer, wurde auf dem Rangirbahnhofe Porta 14 Fuss unter dem Boden in einer 2 bis 10 Fuss mächtigen Geröllschicht gefunden, die man erst für diluvial gehalten, jetzt für alluvial anzunehmen geneigt ist. Vorgelegt wurden ein Bärenschädel, wahrscheinlich des *Ursus arctos*, der aus der Mindener Heide beim Landgraben stammt und wovon der erste Besitzer, ein Förster, die Schädeldecke abgesägt hatte, um daraus ein Trinkgefäss zu machen; ferner ein aus der Weser ausgebaggerter Backzahn von *Elephas primigenius*. Hieran reihte Herr Pietsch einige Mittheilungen über die ornithologische Fauna seiner Gegend und erwähnte, dass *Colymbus arcticus* vor zwei Jahren in einem jungen Exemplar von Landleuten im Hahler Moor gefangen worden sei, wodurch er die Frage, ob diese Species in unseren Breiten niste, glaube bejahen zu können. Das Exemplar wurde seiner Zeit lebend nach Hannover an den Zoologischen Garten gesandt. Als seltene Gäste wurden im Winter bei Minden *Anas sponsa* (Brautente) und *Chenalopex aegyptiacus* (Nilgans) geschossen, so wie vom Redner eine Schnepfe, *Philolimnos Gallinula*, welche mit einem noch am Oberschenkel hangenden Pferdeegel *(Haemopis vorax)* behaftet war. Schliesslich wurde eines im August verflossenen Jahres massenhaften Auftretens von *Palingenia horaria* (Ufer-Aas) auf der Weserbrücke in Minden gedacht, wo zum Fortschaffen der durch die abgestorbenen Thiere entstandenen fusshohen Schichten eigens Leute gedungen werden mussten.

Herr Dr. Banning aus Minden sprach über Wirbelthierreste aus derselben Geröllablagerung des Rangirbahnhofes Porta, aus welcher das von Herrn Baurath Pietsch vorgezeigte Steinbeil stammt. Dieselben wurden durch Herrn Betriebs-Inspector Polko der Sammlung der Realschule in Minden überwiesen. Sie gehören den Gattungen *Bos*, *Equus*, *Elephas*, *Rhinoceros* an. Die nähere Bestimmung der einzelnen Knochen ist durch Herrn Professor Hosius zu Münster freundlichst ausgeführt. Es sind von *Equus* ein Fesselbein, eine zerbrochene Ulna, ein desgleichen Humerus, ein Oberkiefer- und ein Unterkieferbackenzahn; von *Bos* ein rechter Oberarm, einige Schädelbruchstücke, ein verletzter Oberkieferbackenzahn, ein hinterster Unterkieferbackenzahn; von *Elephas (primigenius)* ein unterer Backenzahn; von *Rhinoceros (tichorhinus)* ein mittlerer oberer Backenzahn. Interessant sind die Niveauverhältnisse, in welchen sich die einzelnen Objecte fanden. Oben zwischen Thon und Kies lagen die Pachydermenreste, darunter in den dem Kies eingeordneten Sandschichten die Reste von *Bos* und *Equus*,

Digitized by Google

ganz unten, und zwar noch 4 Fuss tiefer als die untersten Thierreste, das Steinbeil. Es ist jedoch nicht gestattet, aus diesen Lagerungsverhältnissen den Schluss zu ziehen, dass hier der Mensch mit oder gar vor den Dickhäutern gelebt habe. Die Fundstelle ist nämlich, wie sich aus dem Verlauf alter Uferlinien und sonstigen Kennzeichen ergiebt, ehemals Weserbett gewesen. Alle genannten Fundstücke sind also als integrirende Bestandtheile eines Flusskieses aufzufassen, die durch die Flusswasser bald so, bald anders übereinander geschichtet werden können. Darauf weist auch der Fund eines Mammuthzahns in dem Geröll der jetzigen Weser hin, welcher ebenfalls vorliegt.

Herr v. Dechen hält diese Ansicht des Dr. Banning für sachgemäss und richtig und erwähnt hierauf bezüglich, dass vor etwa 20 Jahren bei dem Bau der Eisenbahn von Saarbrücken nach Metz gelegentlich der Herstellung eines Brückenpfeilers in der Saar an dieser Stelle im Alluvium bei 24 Fuss Tiefe eine römische Münze gefunden worden sei, — ein Beweis, dass in verhältnissmässig kurzer Zeit eine bedeutende Ablagerung stattgefunden habe. Bei allen Alluvionen werde später das Untere wieder zum Oberen, indem das Oberste weiter geschoben worden sei, daher die Reihenfolge gewöhnlich eine ganz verkehrte geworden und werde.

Herr Bergrath v. Dücker hob noch besonders das hohe Interesse der vorher erwähnten Funde hervor, indem er namentlich bemerkte, dass die zu Minden gefundenen Streitäxte mit schönen gerundeten Formen und scharfen Durchbohrungen von höchster Vollendung der Steinwerkzeuge überhaupt seien, und dass diese vollendete Art von Werkzeugen wohl meistens von asiatischen Wandervölkern hieher gebracht wäre, wofür er mehrere Gründe anführte. Bezüglich der Reste von Rhinoceros und Elephant bemerkte er, dass die Frage noch offen stände, ob diese Reste meistens durch das Diluvialmeer mit den Eisbergen aus weiter nordöstlicher Ferne herbeigeführt worden seien, oder ob die betreffenden Thiere an den Küsten dieses Meeres in unseren Ländern gelebt hätten. Letzteres hielt er für wahrscheinlich, weil die Reste so sehr häufig in unseren Fluss-Alluvionen gefunden würden; auch erwähnte Redner, dass er in einer Höhle zu Rödinghausen in Westfalen mehrfach Rhinocerosreste in solcher Zusammenlagerung mit Uranfängen menschlicher Kunstproducte gefunden habe, dass die Gleichzeitigkeit der Höhlenbewohner mit diesen Thieren nicht zu bezweifeln sei, wie denn solches ja auch in Frankreich und Belgien durch betreffende Funde dargethan sei.

Herr v. Dechen macht darauf aufmerksam, dass er begrün-

Digitized by Google

dete Ursache habe, jene Dickhäuter nicht nur diluvialen Transporten zuzuschreiben, sondern auch anzunehmen, dass sie wenigstens an den Küsten des damaligen Meeres schon mit Menschen zusammen gelebt haben, in welcher Beziehung gerade die Gegend von Minden sehr interessant sei.

Auf eine Bemerkung des Herrn Dr. Banning, dass die Pachydermen erst nach Hebung der wirklich marinen Schichten gelebt hätten, da sie sich fast immer an ehemaligen oder jetzigen Flussrändern fänden, weist Herr Dr. v. d. Marck darauf hin, dass in Westfalen, namentlich in der Lippegegend, rein diluviale Ablagerungen entschieden Reste des Mammuth führten, ja, sehr häufig ganz mit feinen Knochensplittern davon durchsetzt seien.

Herr Professor Dr. H. Landois aus Münster sprach über die Anlage des westfälischen Zoologischen Gartens daselbst. Das Unternehmen ist so weit gediehen, dass Ende Juni die Eröffnung stattfindet. Die Idee, nur einheimische Thiere lebend zu halten, soll in dem Garten zur Ausführung gelangen. Zugleich wird ein zooplastisches Cabinet angelegt, in welchem sowohl aus der höheren wie niederen Thierwelt Lebensbilder dargestellt werden. Redner demonstrirt einige solcher Präparate, welche die allgemeinste Anerkennung fanden. Der westfälische Zoologische Garten wird also nicht allein die Schaulust befriedigen, sondern namentlich auch Material für das Studium der Zoologie liefern.

Herr Dr. v. d. Marck aus Hamm machte folgende Mittheilungen über Fulgurite. Er weist darauf hin, dass die im hiesigen Regierungsbezirk und dem angrenzenden Fürstenthum Lippe-Detmold belegene grosse Haide — die Senne — einer der Hauptfundorte von Blitzröhren ist, und dass auch ebendaselbst die erste richtige Deutung dieser Bildungen im Jahre 1805 durch Hentzen in Osterholz erfolgte. Weiter wird die im verflossenen Jahre von Herrn Professor Harting in den niederländischen »Naturk. Verh. der Koninkl. Akademie, Deel XIV«, veröffentlichte Arbeit: »Notice sur un cas de formation de fulgurites«, besprochen und besonders hervorgehoben, dass die Kieselsäure des durch den Blitz geschmolzenen Quarzsandes in den Fulguriten nicht die erwarteten Eigenschaften besitzt, namentlich nicht die leichte Auflösbarkeit in kaustischen Alkalien und das Verhalten gegen polarisirtes Licht. Hinsichtlich der erstgenannten Eigenschaft stimmen die Versuche des Vortragenden mit denen Harting's überein. Die Bestimmung des specifischen Gewichts ist wegen der auch noch im feinsten Pulver des Fulgurits sichtbaren Bläschen unsicher. Da aber der Sand, aus welchem die Fulgurite durch Schmelzung entstanden sind, in den

Digitized by Google

seltensten Fällen reine Kieselerde ist, sondern meistens aus Quarzkörnern besteht, die mit anderen Mineralfragmenten gemengt sind, so ist eine weitere Untersuchung dieses Gegenstandes erforderlich. — Sodann sprach derselbe Redner über fossile Fische, die durch den holländischen Berg-Ingenieur Herrn Verbeek an der Westküste Sumatras gesammelt und dem Vortragenden durch Herrn Professor Geinitz in Dresden mitgetheilt waren. Einige dieser Fische zeigen eine generische Uebereinstimmung mit solchen aus der jüngsten westfälischen Kreide; ein anderer dürfte seinen nächsten Verwandten unter den eocänen Fischen des Monte Bolca bei Verona haben. Der Vortragende ist daher geneigt, die Lagerstätte der sumatraschen Fische zwischen der jünsten Kreide und den alttertiären Ablagerungen zu suchen. Da aber die ersterwähnten westfälischen Kreidefische, welche der Familie der *Clupeoiden* angehören, auch unter den alttertiären Fischen Verwandte besitzen, so erscheine eine grössere Zugehörigkeit der sumatraschen Fische zu den alttertiären wohl begründet. — Schliesslich erwähnt derselbe, dass in jüngster Zeit durch den Eifer des Herrn Apothekers König in Sendenhorst auch in den der Mucronaten-Abtheilung der oberen Kreide angehörenden Fucoideenschichten von Rinkhove bei Sendenhorst einige Fische der Gattung *Isticus Ag.* gleichzeitig mit Abdrücken fossiler Blätter aufgefunden sind.

Herr Dr. Lasard aus Berlin hielt einen Vortrag über die in den letzten Jahren gemachten Beobachtungen der Temperatur im Erdinnern, wobei er zunächst einen Rückblick auf diejenigen älteren Beobachtungen warf, aus denen der in fast allen Lehrbüchern wiederkehrende Satz von einer stetig fortschreitenden Temperatur von 1° C. auf je 100′ oder auch von 1° R. auf je 115′ hervorgegangen. Namentlich sind es die Temperaturen in Bergwerken und artesischen Brunnen, welche bei den in diesem Jahrhundert gemachten Beobachtungen in Betracht kommen. Die Beobachtungen in den Bergwerken, welche auf Veranlassung Humboldt's in den Jahren 1828 bis 1830 durch Messung des Gesteins vorgenommen worden, sind in Poggendorf's Annalen, Bd. 22, S. 497 veröffentlicht und ergoben, wenngleich die in 11 Gruben gewonnenen Resultate weit auseinander liegen — zwischen 117 und 454′ nämlich auf 1° R. —, eine Durchschnittszahl von 180,6 par. Fuss auf je 1° R. Die zahlreichen nicht weniger als 12,936 gemachten Beobachtungen in den Bergwerken des sächsischen Erzgebirges ergaben, wie aus dem Werke Reich's (Beobachtungen über die Temperatur des Gesteins in den Gruben des sächsischen Erzgebirges) hervorgeht, Resultate, die sich auf eine Zunahme von 1° R. auf 161,12′ zurückführen lassen. Zu Monte Massi in Toscana fand man dagegen eine Zunahme von 1° R. auf 52,1′. Der Vortragende ging nun zu den

Digitized by Google

an artesischen Brunnen gemachten älteren Beobachtungen eingehend über und besprach vorzüglich die an Grenelle, Oeynhausen, Rüdersdorf, Rouen, Mondorf, Pitzbühl, Artern, La Rochelle und Neuffen gefundenen Zahlen, aus denen als Resultat, wie schon an den Bergwerken sich ergeben, die beiden Sätze unbestritten hervorgehen: 1) Dass die Wärme nach der Tiefe stets zunimmt; 2) dass ein allgemeines Gesetz aus den bisherigen Beobachtungen nicht abzuleiten ist. Hierauf giebt Dr. Lasard eine Auseinandersetzung über die verschiedenen Ansichten über die Entstehung der Erdwärme, verweilt bei den Volger'schen in »Erde und Ewigkeit« gegebenen Erklärungen, welche aber neuerdings durch Pfaff an der Hand mathematischer Rechnung Satz für Satz bestritten worden sind, wie den Zuhörern dargelegt wird. Unter solchen Umständen, bei so schwankenden Ansichten sind neuere Messungen sehr erwünscht. Redner geht darauf auf einige durch sein Gesuch beim Handels-Ministerium veranlasste regelmässige Messungen ein. Es sind dies die Beobachtungen zum Theil am Bohrloche III zu Oeynhausen, ferner an den Bohrlöchern Sperenberg und Wilhelmshaven, wozu noch einige Jahre ältere Beobachtungen an Nentershausen kommen. Die Beobachtungen in Sperenberg, wie sie durch den Ober-Bergrath Dunker und im Auszuge in Poggendorf's Annalen durch Professor Roth veröffentlicht sind, beanspruchen eine besondere Wichtigkeit, weil sie bis 4082′ Tiefe reichen und über 3800′ in ganz gleichmässigem Gestein — Steinsalz — sich erstrecken. Aus einer vorgelegten Tabelle, in welche die gefundenen Resultate der Bohrlöcher Oeynhausen, Sperenberg, Nentershausen und Wilhelmshaven je nach den verschiedenen Tiefen eingezeichnet sind, ergeben sich für Oeynhausen und Sperenberg ziemlich gleiche Resultate der Zunahme; auch darin stimmen sie überein, dass in den ersten 600′ eine weit stärkere Zunahme der Temperatur stattfindet als in den weiteren Tiefen. Diese Erscheinung findet in der Circulation des Wassers von verschiedener Temperatur in einem Gefässe, als welches ein Bohrloch betrachtet werden kann, seine Erklärung. Die kalten Tagewasser senken sich nach der Tiefe und wirken erkältend, während das wärmere Wasser nach oben steigt und eine höhere Temperatur des Wassers erzeugt, als die umgebenden Gesteinsschichten demselben mittheilen. Die Construction eines Apparats, durch welchen im Sperenberger Bohrloch die Circulation der Wassersäule von 700′ bis 3390′ ausgeschlossen wurde, war ein dankenswerthes Unternehmen des Ober-Bergraths Dunker. Wie Oeynhausen und Sperenberg sich den bisher angenommenen Zahlen am meisten nähern, so sehr weichen Nentershausen und Wilhelmshaven davon ab. Die bei artesischen Brunnen bis dahin nicht gekannte ungewöhnlich geringe Zunahme der Temperatur bei beiden — Nentershausen hat ein 3300′ tiefes Bohrloch, Wilhelmshaven zwei, von

Digitized by Google

840′ und 870′ — kann nur auf die Beschaffenheit des Gesteins, dessen Natur unzweifelhaft von Einfluss auf die Temperatur des Erdinnern ist, zurückgeführt werden. Die lockeren Sandschichten Wilhelmshavens und die stark zerklüfteten Gesteine des Rothtodtliegenden, in welches das Bohrloch in Nentershausen niedergetrieben ist, gestatten den kalten Tagewassern rasch bis in die grösseren Tiefen einzudringen und ihre Temperatur diesen mitzutheilen, resp. abkühlend auf diese zu wirken. — Der Vortragende geht nun auf die Bedeutung des Gotthardtunnels über. Ausser verschiedenen in geognostischer Hinsicht interessanten Fragen, welche durch Profile von Fritsch und Giordono erläutert wurden, kann hier die Temperatur von wesentlichem Nutzen sein, da man sich bis etwa 6000′ unter dem Kastelhorn, dem höchsten Puncte derjenigen Linie des Gotthard, welche der Tunnel durchschneidet, befinden wird. Seit vorigem Herbst werden durch den Geologen des Gotthardtunnels, Dr. Stapff, regelmässige Messungen des Gesteins, des Wassers und der Luft vorgenommen; die Veröffentlichung ist bis zum Herbst zu erwarten, und es bieten die bis jetzt gefundenen Resultate, obwohl der Tunnel auf beiden Seiten erst im Ganzen bis zu 3000 Meter vorgeschritten ist, gewiss schon genug des Interessanten, um die baldige Veröffentlichung dieser die Lösung der Frage fördernden Beobachtungen herbeizuwünschen. Der Redner stellt selbst die Veröffentlichung seines weiteren Materials im Herbst in Aussicht.

Es folgt eine halbstündige Erholungspause, nach deren Ablauf gegen 1 Uhr die Vorträge wieder aufgenommen wurden.

Herr Medicinal-Assessor Dr. Wilms aus Münster machte im Verfolg des Berichtes in der General-Versammlung zu Hamm 1869 weitere Mittheilungen über die seitdem neu aufgefundenen Formen der Arten *Polygonum* aus der Abtheilung Persicaria. Es wurde dadurch die Formenreihe nicht allein wesentlich erweitert, sondern auch mehrere neue Hybriden den damals erwähnten hinzugefügt, welche vom Referenten und vom Superintendenten Beckhaus in Höxter in der Provinz aufgefunden worden sind. Die Anzahl dieser letzteren ist dadurch für Westfalen auf 21 angewachsen. Nähere Beschreibung und übersichtliche Zusammenstellung behält sich der Vortragende für die Verhandlungen des Vereins vor.

Herr Wirkl. Geh. Rath v. Dechen machte eine Mittheilung über eine der letzten Arbeiten des zu früh für die geologische Forschung der hiesigen Gegend verstorbenen Herrn Otto Brandt in Vlotho. In der nun bald vollendeten Eisenbahn von Löhne über Vlotho nach Hameln befindet sich zwischen Oeynhausen, Hüffe und Babenhausen ein tiefer Einschnitt, in

Digitized by Google

welchem von Westen her von Hüffe aus von oben nach unten sich folgende Schichten wahrnehmen lassen: 1) Diluvialer Sand und Lehm mit nordischen Geschieben, der sich gegen den höchsten Rücken der Anhöhe beinahe ganz verliert; 2) dunkler Schiefermergel des unteren Lias mit *Ammonites Johnstoni;* 3) dunkle Mergel und Schiefer mit eingelagerten blauen dolomitischen Kalkbändern mit *Ostrea sublamellosa* und in tieferen Horizonten mit dunklen, ebenfalls dolomitischen Kalkbändern, hier die Basis des Lias bildend; 4) dunkle Thonsteine mit grünlichen Sandsteinschiefern und Thonkiesel und Kieselsandsteinschiefer mit Thonschiefer und Mergel, das Rhät oder Bonebed, die Zwischenschichten zwischen Lias und Keuper darstellend. Diese Schichten fallen gegen West unter einem Winkel von 15 Grad ein, legen sich alsdann ganz flach, bilden einen Sattel und nehmen nur eine schwache Steigung gegen Ost an. Aber bald schneiden sie an einer seigeren Verwerfungskluft ab. In dem östlichen Theile des Einschnittes treten nun unter einer starken Bedeckung von diluvialem Gebilde folgende Schichten auf, welche dem Keuper angehören: 5) helle obere Mergel, 6) obere vorherrschend rothe Mergel und 7) die Anfänge des Hauptsandsteins, welche aber bei dem Einfallen dieser Schichten bald unter der Sohle des Einschnittes verschwinden. Durch die Verwerfung wird der helle Quarzit oder der Calamiten- und Equisen-Sandstein in diesem Profil ganz verdeckt. In dem westlichen gesunkenen Gebirgstheile tritt derselbe nicht über die Sohle des Einschnittes hervor, und in dem östlichen gehobenen Gebirgstheile ist diese Schicht als die höchste zerstört und durch die Diluvialgebilde ersetzt. Die Höhe der Verwerfung ist nach der gewöhnlichen in dieser Gegend auftretenden Mächtigkeit der Schichten auf 300 Fuss zu schätzen. Als das Diluvium an der Stelle abgelagert wurde, wo die Verwerfung durchsetzt, war der Terrain-Absatz des gehobenen Gebirgstheiles bereits vollständig zerstört, denn dasselbe liegt ohne Höhenunterschied auf beiden Gebirgstheilen.

Hiermit schloss die Sitzung nach 2 Uhr, worauf gegen 100 Theilnehmer sich zu dem Festessen in der Tonhalle zusammenfanden und hier in der anregendsten geselligen Vereinigung bis zur Abendstunde verweilten. Allgemein mit grossem Beifall aufgenommene Toaste würzten das Mahl, wozu insbesondere die Herren v. Dechen, Regierungs-Präsident v. Eichhorn, Baurath Pietsch, Commercienrath Königs, Prinz Carolath, Bürgermeister Brüning, Ober-Bergrath Bluhme und noch manche Andere beigetragen haben. Ein Concert im Garten der Tonhalle reihte sich dem an. Ein Theil der auswärtigen Vereinsmitglieder widmete seine Zeit noch einer Besichtigung der Stadt und deren freundlichen Umgebung.

Digitized by Google

Die Sitzung am 19. Mai wurde gegen 9 Uhr damit eröffnet, dass die für richtig befundenen Rechnungen von den Herren Revisoren dem Vorstande wieder übergeben wurden und die Versammlung hierauf Decharge ertheilte. Die Anfrage des Herrn Präsidenten, ob in diesem Jahre eine Herbst-Versammlung in Bonn abgehalten werden solle, ward einstimmig bejaht, und ist dazu der 4. October in Aussicht genommen worden.

Die Reihe der Vorträge begann Herr Salinen-Director Graeff mit der nachstehenden Mittheilung über die Quellen des Bades Oeynhausen. Der verstorbene Berghauptmann von Oeynhausen hatte die Idee, dass die Soolquellen, welche bereits im vorigen Jahrhundert und noch heute von der fiskalischen Saline Neusalzwerk zur Darstellung des Kochsalzes benutzt werden, einem Steinsalzvorkommen entstammten, das in nicht zu bedeutender Tiefe erbohrt werden könne und liess zu diesem Behufe im Jahre 1830 das später so bekannt gewordene Bohrloch Nr. I ansetzen, leider aber nur mit einem unzulänglichen Durchmesser. Nach mehrfachen nachträglichen Erweiterungen, Verrohrungen und sonstigen Störungen gelang es nach Ablauf von 15 Jahren eine Teufe von 2219′ 4″ zu erreichen, woselbst die Bohrarbeit sistirt wurde. Durchteuft wurden 923′ im untern Lias, von da ab bis zu 1800′ die Schichten der Keuperformation und von da ab Muschelkalk. Abgesehen von einigen Süsswasser- und Soolquellen in den obern Teufen, wurde die erste Salzquelle mit aufschäumender Kohlensäure in einer Tiefe von 1567′ im braunen Keupermergel angetroffen; bei 1945′ erbohrte man die Hauptquelle, die in der ersten Zeit mit 60 Kubikfuss und 33° Cels. hochaufschäumend dem Bohrloch entströmt sein soll. Steinsalz war also bis dahin nicht angetroffen, dagegen eine kohlensäurereiche Thermalquelle von unschätzbarer Bedeutung erschlossen worden. Die im Jahre 1846 von Dr. G. Bischoff in Bonn ausgeführte chemische Analyse ergab an Hauptbestandtheilen: 3,33 % Chlornatrium, 0,26 % schwefelsaure Magnesia, 0,29 schwefelsauren Kalk, 0,1 Chlormagnesium und einen in Absorption befindlichen Gehalt an Kohlensäure von $^3/_4$ Kubikfuss in 1 Kubikfuss Soole.

Der Vortragende legte hierauf eine Zusammenstellung über die in dem Zeitraum von 1846 bis 1874 von Prof. Bischoff, Prof. Hoppe und Prof. Finkener ausgeführten Soolanalysen in verschiedenen Exemplaren zur Vertheilung an die Versammlung vor, und machte darauf aufmerksam, dass bemerkenswerthe Veränderungen in den Bestandtheilen der Soole hiernach nicht zu konstatiren seien; nur die Ausflussmenge und die Temperatur habe im Laufe der Jahre abgenommen, welche Erscheinung zum Theil gewiss auf die Verstopfung und Incrustirung des Bohrloches mit Gyps resp.

Digitized by Google

auf die damit in Zusammenhang stehende Verminderung der Ausflussgeschwindigkeit zurückzuführen sei.

An die Frage, woher die Quellen kommen, glaubte der Vortragende sich wohl heranwagen zu dürfen, führte aber an, es sei wohl feststehend anzunehmen, dass das Gebiet, aus welchem die Quellen ihren Zufluss erhalten, ein sehr ausgedehntes sein müsse und dass die so mächtig aufschäumende Kohlensäure von der Zersetzung des kohlensauren Kalkes und zwar vorwiegend des Muschelkalkes durch Schwefelsäure herstamme, deren Bildung auf die Zersetzung des in der Lias- und Keuperformation so massenhaft vorkommenden Schwefelkieses zurückzuführen sei. Als wahrscheinlich müsse ferner angenommen werden, dass die auftreibende Kraft des Wassers im Bohrloch nicht allein dem hydraulischen Gegendruck in kommunizirenden Kanälen, sondern auch gleichzeitig der treibenden Wirkung angesammelter und in Spannung stehender Kohlensäure in den durch die Zersetzung des Kalkes entstandenen Räumen nach Art der sog. Siphos bei den Selterswasserflaschen zuzuschreiben sei.

Die bedenkliche Abnahme der Ausflussmenge beim Bohrloch Nr. I, welche das Fortbestehen des inzwischen aufblühenden Bades Oeynhausen in Frage zu stellen drohte, veranlasste das Ansetzen des Bohrloches Nr. II, 1040′ östlich von dem ersten. Mit grossen Schwierigkeiten erreichte dasselbe bis zum Jahre 1863 eine Teufe von 2068′ 10″ und wurde bei dieser Teufe eingestellt, nachdem Meissel- und Gestängebrüche ein weiteres Vordringen verhinderten. In etwas tiefern Niveaus wurden entsprechende Quellen damit aufgeschlossen wie mit Nr. I und gleichzeitig die Wahrnehmung gemacht, dass eine Kommunikation zwischen beiden Bohrlöchern stattfinden müsse, da eine Abnahme des Ausflusses beim Bohrloch Nr. I gleichzeitig eintrat.

Da das Bohrloch Nr. II nur unerheblichen Ausfluss hatte und insofern als verunglückt zu betrachten war, eine Reserve zur Sicherung des Bades aber durchaus opportun erschien, so wurde im Jahre 1866 auf dem muthmasslich von Nr. I auf Nr. II durchzehrenden Quellenlauf unweit von Nr. I das Bohrloch Nr. III angesetzt, und zunächst ein sicherer Abschluss des Bohrloches in einer Tiefe von 300 Fuss mittelst Betonirung hergestellt. Das die Betonirung nach Innen abschliessende, mit Holz ausgefütterte Kupferrohr hatte 18¾″ Durchmesser und gestattete eine Fortsetzung der Bohrarbeit mit 14½″ Durchmesser. (Redner legt den Zobel'schen Freifallbohrer vor.) Im Jahre 1869 musste das Bohrloch in einer Teufe von 1997′ wegen des unaufhörlichen Nachfalles eingestellt werden, worauf zur gänzlichen Verrohrung desselben mittelst einer Holzröhrentour geschritten wurde. Die durchteuften Schichten entsprechen fast genau denjenigen des Bohrloches Nr. I, nicht so aber die erschrotenen Quellen. Bei 1743′ wurde das erste Aufschäumen von Kohlen-

Digitized by Google

säure wahrgenommen und betrug der Ausfluss nicht über 5 Kubikfuss. Derselbe steigerte sich bis zu $8^1/_4$ Kubikfuss im März 1869, um welche Zeit das Bohrloch Nr. I = 11 Kubikfuss

und » » » II = 4 » lieferte.

Nachdem in den Folgejahren der Ausfluss noch bedenklich im Abnehmen begriffen war und im November 1872 herabgesunken war bei Nr. I auf $4^1/_2$ Kubikfuss,

» » II » 3 »

und » » III » $6^1/_2$ » ,

wurde die Aufstellung einer doppeltwirkenden Dampfpumpe von 11" Kolbendurchmesser auf dem Bohrloch Nr. I angeordnet, welche sich im verflossenen Jahre vorzüglich bewährte und bis zu 35 Kubikfuss per Minute lieferte, während das Maximum der zu Badezwecken erforderlichen Thermalsoole nur 28 Kubikfuss per Minute beträgt. Gleichzeitig wurde 1873 die Wiederaufbohrung des Bohrlochs Nr. I angeordnet und zu diesem Behufe wie bei Nr. III zunächst mit dem Abteufen eines 300' tiefen Betonschachtes von 40" Durchmesser in Angriff genommen. Als das ausgefütterte Kupferrohr hineingelassen und mit der Einfüllung des Betons begonnen war, zeigte sich, dass der auftreibende Strom der Quelle die Betonmasse mit fortschwemmte, welche Schwierigkeit durch die unter persönlicher Leitung Sr. Durchlaucht des Herrn Berghauptmanns Prinzen zu Schönaich-Carolath ausgeführten Stopfarbeiten mit Säcken, die ein Gemisch von Sand, Kies und Beton enthielten, alsbald beseitigt wurde. Der Abschluss gelang auch hier vollkommen. Das weitere Wiederaufbohren von Nr. I erfolgte wie bei Nr. III mit dem Zobel'schen Freifall-Instrument und mit $14^1/_2$zölligem Meissel und ist bis zum heutigen Tage in einer Teufe von 1131' vorgedrungen. Die Bohrarbeit wird ununterbrochen fortgesetzt, so dass hoffentlich binnen 2 Jahren die alte Teufe von 2220' und mit ihr eine grössere Ausflussmenge der Thermalsoole von höherer Temperatur wieder erreicht sein wird. Inzwischen liefert Nr. III mit seiner Pumpe das nöthige Badewasser, welches durch eine zweite auf Bohrloch Nr. II montirte Pumpe auf 40 bis 50 Kubikfuss per Minute gesteigert werden kann, ein Quantum, welches die Bedürfnisse der Badeanstalt fast um das Doppelte übersteigt. Von der grössten Bedeutung in dieser Beziehung ist die mittelst der beiden Pumpen gemachte Erfahrung, dass beim stärksten Gange derselben es nicht möglich gewesen ist, den Wasserspiegel im Bohrloche tiefer als um 20 Fuss herabzuziehen und ferner, dass nach dem Stillstande der Pumpen die Quellen längstens binnen 12 bis 13 Minuten wieder zu dem alten Niveau des natürlichen Ausflusses emporgestiegen sind. Die Versorgung der Badeanstalt Oeynhausen mit der erforderlichen Thermalsoole dürfte also schon jetzt ausser Frage stehen und einer um so gesicherteren Zukunft entgegen gehen, als nach Vollendung des Bohr-

Digitized by Google

loches Nr. I eine nicht mehr versagende Reserve geschaffen sein wird.

Auch das Soolbad, welches früher ausschliesslich mit der von der Saline benutzten 9prozentigen Soole des Bülowbrunnens versorgt wurde, ist durch Hinzuleitung der bis zum Jahre 1873 unbenutzt abfliessenden leichten (3½ prozentigen) Soole wesentlich verbessert und vollkommen sicher gestellt worden. Nach einer von dem Vortragenden berechneten und der Versammlung vorgelegten Scala für den Gebrauch der Soolbäder ist die Möglichkeit dargeboten, ganz nach Belieben Bäder von 1 bis 70 Pfund Salzgehalt in einer Wannenfüllung von 13 Kubikfuss zu verabreichen und somit auch in dieser Beziehung allen Bedürfnissen aufs Vollkommenste entsprochen.

An den Vortrag knüpfte sich eine kurze Erörterung und Debatte über die Frage, ob die Temperaturabnahme in den Bohrlöchern durch die Inkrustirung derselben resp. die damit in Zusammenhang stehende Verminderung der Ausflussgeschwindigkeit veranlasst sein könne, was von dem Herrn Bergrath v. Dücker angezweifelt wurde, im Wesentlichen aber von Sr. Durchlaucht dem Herrn Berghauptmann Prinz zu Schönaich und von dem Herrn Prof. von Koenen bestätigt wurde, wenngleich die beiden letztern Herren die Mitwirkung anderer Ursachen chemischer und mechanischer Natur, Veränderung im Kohlensäurereichthum etc. als wahrscheinlich und nicht ausser Acht zu lassen bezeichneten. Herr Berghauptmann knüpfte hieran eine nähere Erläuterung über die persönlich von ihm geleiteten Betonirungsarbeiten beim Bohrloch Nr. I.

Herr Dr. Lasard besprach hierauf ein von ihm im Sitzungssaale ausgehängtes geognostisches Profil der Porta, welches er seiner Zeit für die Pariser Ausstellung angefertigt hatte und das jetzt Eigenthum der geologischen Landesanstalt in Berlin ist. Hieran schloss sich die Vorlegung des von der kaiserlichen Telegraphenverwaltung angefertigten Erdbebenmessers nach v. Lasaulx' Angaben, für dessen Einführung der Reichskanzler die Mittel bewilligt hat. Herr Lasard erläuterte den Apparat mit Hinweis auf die von v. Lasaulx im vorigen Jahr zu Andernach gegebene Erklärung und auf dessen Werk über das Erdbeben zu Herzogenrath und bemerkte, dass, wenn auch nicht absolut die Richtung durch den Apparat sichergestellt sei, so doch die Zeit, und aus der Summe der Beobachtungen auf den verschiedenen Stationen auch die Richtung sich werde angeben lassen.

Herr Dr. Banning sprach über eine ihm durch Herrn

Digitized by Google

Superintendent Beckhaus zur Bestimmung eingesandte Collection von Brombeeren aus dem Solling und dem Teutoburger Walde. Die Collection war gemeinschaftlich von dem Redner, Herrn Dr. W. O. Focke zu Bremen und Herrn Apotheker Braun, ehemals zu Hausberge, welche beide Herren eben so wie der Redner die Weihe'schen Arten an ihren Original-Fundstätten seit mehreren Jahren studirten, geprüft worden. Das Ergebniss der Prüfung ist folgendes: 66 pCt. der ganzen Collection stimmen sicher mit Weihe'schen Arten überein, 25 pCt. sind wegen unvollständigen Materials zweifelhaft, nur 8 pCt. gehören sicher von Weihe'schen Arten abweichenden Formen an. Redner bezeichnet dieses Resultat als ermuthigend für das fernere Studium der Gattung an der Hand der Publicationen der neueren Bearbeiter derselben, von denen als für das nordwestliche Deutschland besonders wichtig Wirtgen, Kaltenbach (in Aachen) und Focke (in Bremen) genannt werden.

Professor Andrä legte das eben erschienene, von D. Stur verfasste Werk über »die Culm-Flora des mährisch-schlesischen Dachschiefers, mit 17 lithographirten Tafeln nnd 4 Holzschnitten« aus den Abhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt in Wien (Bd. VIII, Heft 1, 1875) vor, und besprach diese mit grosser Sorgfalt ausgeführte Arbeit, worin das ihr zu Grunde liegende Material eine mustergiltige kritische Erörterung erfährt, in eingehender Weise. Diese der untersten Steinkohlenbildung angehörige Flora hatte bisher nur immer wenige und meist vereinzelt gefundene Pflanzenreste geliefert. C. von Ettingshausen hatte deren schon aus den eingangs erwähnten Dachschiefern im Jahre 1865 beschrieben, und über Reste aus anderen Gegenden begegnen wir zerstreuten Mittheilungen in der Literatur. Stur hat nun in seinem Werke die Frucht einer fast neunjährigen Arbeit niedergelegt, und darin 42 Arten, wovon 22 neu sind, beschrieben und, soweit es nöthig war, bildlich dargestellt. Es geht daraus hervor, dass neben zum Theil sehr sparsamen Repräsentanten aus den Gattungen *Drepanophycus* (eine Alge), *Equisetites*, *Calamites*, *Stigmaria*, *Lepidodendron*, *Halonia*, *Walchia*, *Pinites* und *Rhabdocarpus* hauptsächlich die Klasse der Farn, und mehrfach in sehr eigenthümlichen Gattungen und zahlreichen Arten, vertreten war, von welchen nur sehr wenige Formen mit solchen aus dem eigentlichen Steinkohlengebirge zu identificiren sind, wenngleich die Aehnlichkeit bei manchen sehr gross erscheint. Es werden als den Farn zugehörig die folgenden aufgeführt: *Thyrsopteris schistorum* Stur; 8 *Sphenopteris*-Arten, nämlich *Sph. foliolata* Stur, welche *Sph. irregularis* Stbg. verwandt ist, *Sph. distans* Stbg. und *Sph. divaricata* Göpp, die auch im productiven Kohlengebirge vorkommen, *Sph. Falkenhaini* Stur,

Digitized by Google

deren Aehnlichkeit mit *Sph. Hoeninghausi* Brg. unverkennbar ist, *Sph. striatula* Stur, *Sph. Ettingshauseni* Stur, *Sph. Haueri* Stur und *Sph. Kiowitzensis* Stur; 7 Arten der Gattung *Rhodea* Presl, welche mit *Hymenophyllites* und *Trichomanites* Göpp und theilweise mit *Sphenopteris aut.* zusammenfällt, nämlich *Rh. filifera* Stur, *Rh. Machaneki* Ettg. sp., *Rh. Hochstetteri* Stur, *Rh. gigantea* Stur, *Rh. potentissima* Ettg. sp., *Rh. moravica* Ettg. sp., *Rh. Göpperti* Ettg. sp.; *Cardiopteris frondosa* Göpp. sp. eine sehr eigenthümliche Leitpflanze des Culm, deren Reste auf höchst bedeutende Dimensionen des Laubes schliessen lassen, und *Card. Hochstetteri* Ettg. sp.; *Neuropteris antecedens* Stur; 5 Arten der Gattung *Archaeopteris* Dawson, deren Charakter theils *Odontopteris* theils *Cyclopteris* nahetritt, und zwar *Arch. Tschermaki* Stur, *Arch. Dawsoni* Stur, *Arch. dissecta* Göpp. sp., *Arch. lyra* Stur, *Arch. pachyrrhachis* Göpp. sp.; *Adiantides tenuifolius* Göpp. sp., *A. antiquus* Ettg. sp., *A. Machaneki* Stur; *Cycadopteris antiqua* Stur; *Todea Lippoldi* Stur, eine *Osmundacee*, und 4 *Rhacopteris*-Arten, *Rha. paniculifera* Stur, *Rha. Machaneki* Stur, *Rha. flabellifera* Stur und *Rha. transitionis* (Ettig.) Stur, welche als Repräsentanten der *Ophioglosseen*-Ordnung angesehen werden. Im Ganzen also sind die Farn durch 33 Arten vertreten. Die zu Anfang aufgeführten andern Klassen und Ordnungen umfassen folgende Arten: *Drepanophycus Machaneki* Stur, *Equisetites cof. mirabilis* Stbg., *Archaeocalamites radiatus* Brong. sp. (womit zahlreiche Synonyme verknüpft werden), *Stigmaria inaequalis* Göpp., *Lepidodendron Veltheimianum* Stbg., *Halonia tetrastycha* Göpp., *Walchia antecedens* Stur, *Pinites antecedens* Stur, *Rhabdocarpus conchaeformis* Göpp. Referent knüpft hieran eine Betrachtung der Verbreitungsbezirke der Culmschichten in Rheinland-Westfalen und im Nassauischen, wobei er die anwesenden Fachgenossen unter den Mitgliedern ersucht, bei Gelegenheit auf das Vorkommen von Pflanzenresten in jenen Gesteinen zu achten, da ja, wenn gleich nur vereinzelte Funde im Nassauischen darauf hinweisen, diese Flora auch bei uns ihre Vertreter hat.

Herr Bergrath v. Dücker hielt einen Vortrag von praktischem Interesse für die Mindener Gegend, indem er zwei Lager von oolithischen Eisenerzen beschrieb und mit schönen Proben belegte, welche bei dem Dorfe Klein-Bremen, eine Meile südöstlich von Minden, in den obersten Schichten der braunen Juraformation lagern und die Herr Rüstemeyer aus Dortmund neuerdings in ausgedehnter Weise erschlossen hat. Der Vortragende erläuterte zunächst auf dem von Herrn Dr. Lasard ausgestellten Profil das Vorkommen der Eisenerze in der Porta und zu Hausberge, welches die gehegten Hoffnungen wenig verwirklicht habe, und stellte den Lagern zu Klein-Bremen ein besseres Prognostikon.

Digitized by Google

Beide Lager seien unzweifelhaft regelmässige Gebirgsschichten und es habe das obere eine Mächtigkeit von 5 Fuss bei 30 bis 33 pCt. Eisen, das untere von 26 Fuss bei 28 bis 30 pCt. Eisen in seinen besseren Theilen. Die starke Beimengung von 25 bis 35 pCt. kohlensaurem Kalk lasse eine grosse Leichtflüssigkeit erwarten, wie solche auch schon in den Hohöfen zu Meppen erprobt sei. Ein sehr geringer Phosphorgehalt von 0,12 pCt. würde die Qualität des zu producirenden Roheisens nicht sehr schädigen. Ueberhaupt dürfte das Vorkommen den luxemburger Erzlagern gleich zu erachten sein, welche eine so grossartige Eisen-Industrie hervorgerufen haben.

Herr Prof. v. Koenen aus Marburg sprach über die Zechsteinformation der Umgegend von Frankenberg. Die letzte über diese Bildungen veröffentlichte Arbeit ist die Doktor-Dissertation von Leimbach (Marburg 1869); in derselben sind indessen eine Reihe von Irrthümern vorhanden, welche dem werthvollen Aufsatz Württenberger's (Neues Jahrbuch 1867 S. 10 ff.) zum Theil entgegen treten.

So ist es z. B. ein Irrthum, wenn Leimbach (S. 23) angiebt, bei Reddehausen lägen »die rothen Schieferletten und glimmerreichen grauen Schieferthone unmittelbar unter dem bunten Sandsteine«; es sind dies Schieferthone des Röth, welcher nur durch eine Verwerfung in ein tieferes Niveau gelangt ist, als der daneben liegende mittlere bunte Sandstein; ohne Zweifel ist es auch ein Irrthum, dass darin Ullmannienblätter in Menge vorgekommen sein sollen. Es hat sie Niemand gesehen, und ich selbst habe nichts derartiges bei Reddehausen auffinden können.

Es finden sich ferner auch ausserhalb des Grubenfeldes bei Frankenberg Pflanzenreste in den dolomitischen Kalken mit Gervillia etc. zusammen in derselben Schicht, so am Call, am Stätteberge etc. Neuerdings ausgeführte Schurfarbeiten haben jetzt gezeigt, dass sowohl am Stätteberge als auch am Call und zwischen Röddenau und Haine zwischen den festeren Kalken Schieferletten auftreten, ähnlich denen des Lettenflötzes im Grubenfelde. Namentlich zeigte ein Versuchsstollen am Fusse des Stätteberges, dass über dem Conglomerate, dessen oberste Schichten hellgraubraun sind, ca. 2 Meter Kalk folgen, nach oben mit Schieferletten wechselnd folgen, in welchen anscheinend nach oben hin der Bleiglanz- und Kupferkiesgehalt zunimmt, und marine Versteinerungen häufiger werden, während unten nur vereinzelte Pflanzenreste nebst Kupferlasur und Malachit vorkommen. Auf der Stollenhalde lagen aber neben den hellbraunen meist dichten Kalken mit Gervillien auch Stücke eines graubraunen, körnigen, sehr porösen Dolomites mit zahlreichen Steinkernen von *Schizodus*, *Mytilus* und *Gervillia*, welcher dicht daneben,

Digitized by Google

an dem bergauf führenden Wege ansteht, und ohne Zweifel demselben Horizonte angehört.

Ueber den dolomitischen Kalken hatte der Stollen nach Angabe der Grubenbeamten, einen alten Bau angetroffen und war deshalb aufgegeben worden. Verfolgt man den Feldweg nach Schreufa bergauf, so trifft man bald auf ziemlich mächtige, mürbe, braune und rothe, oft thonige Sandsteine und Conglomerate; etwa 50′ über dem Stollen liegen dann dichte rothe und graue Kalke von geringer Mächtigkeit, und hierüber wieder mürbes Conglomerat bis zum höchsten Punkte des Weges. Wieder bergab gehend sieht man dann zuerst wieder dieselben dichten Kalke, und dann die mürben Sandsteine etc., welche weiterhin in steilen Schluchten besser aufgeschlossen sind.

In dem tiefen Wasserrisse am Call sind zu unterst ca. 30′ lockere, grobe Conglomerate sichtbar, von welchen die obersten 10 Zoll hellbläulichgrau sind. Darüber folgt am Rande einer kleinen Terrasse ca. 3′ bräunlichgrauer, dolomitischer Kalk mit sparsamen Pflanzen und Molluskenresten und Anflügen von Malachit und Lasur. Etwas höher stehen dann wieder Conglomerate und Sandsteine an, meist rothbraun, nur die alleruntersten Schichten sind hellgrau und dolomithaltig. Durch eine Verwerfung wird weiterhin neben diese Schichten der ächte, untere bunte Sandstein gelegt.

In dem Versuchsstollen südwestlich von Röddenau und östlich von Haine liegt über und unter Conglomeraten eine ca. 5′ mächtige Schichtenfolge von Kalk- und Schieferlettenbänken mit Pflanzenresten und Kupfererzen, und auf der Halde eines nahe dabei befindlichen Versuchsschachtes fand ich auch *Gervillia keratophaga*. Die Kalkschichten dieser drei Stellen sind hiernach wohl als gleichaltrig anzusehen. Ein Versuchsschacht, nahe der »Wäsche«, zwischen Frankenberg und Dörnholzhausen durchteufte nach Angabe der Grubenbeamten von Tage an folgende Schichten, bei welchen ich zu leichterer Orientirung rechts die Nummern derjenigen Schichten aus Württenberger's Durchschnittsprofil (a. a. O. S. 15 ff.) angebe, mit welchen die unsrigen vermuthlich zu identificiren sind:

1. 25 Meter feinkörniger, unterer bunter Sandstein. Nr. 17 und 18.
2. 16 Meter braunrothes Conglomerat. Nr. 16.
3. 6 Meter gelber Sandstein. Nr. 15.
4. 13 Meter Kalk und rothe Thonschichten wechselnd. Nr. 14.
5. 1,5 Meter grauer Sandstein. Nr. 13.
6. 10,5 Meter Kalkstein in ca. 10 Ctm. dicken Bänken, wechselnd mit bläulichem Schieferthon mit Pflanzenresten. Nr. 8 bis 12.
7. 0,25 Meter grauer Sandstein. Nr. 7.

Digitized by Google

8. 1,75 Meter bläulicher Schieferthon mit Erzgraupen, wechselnd mit ca. 10 Ctm. dicken Kalkbänken. Nr. 2 bis 6.
9. Helle Conglomerate Nr. 1.

Auf der anderen, südlichen Seite des Baches, am Wege nach Dörnholzhausen, steht der obere Theil der Conglomerate 2 zu Tage und darüber, bis auf die Höhe des Berges, ächter unterer bunter Sandstein.

Leimbach nimmt nun (S. 40) an, die Schichten des Grubenfeldes gehörten zu einer Formationsepoche, welche jünger als der Zechsteindolomit, d. h. die Kalke mit Gervillia etc. wären; die Beweisgründe, welche er indessen dafür anführt, beruhen theils auf irrigen Annahmen, wie die oben erwähnten, theils beweisen sie nicht, was sie beweisen sollen.

Einer seiner Hauptgründe ist die Verschiedenheit der Gesteinsbeschaffenheit. Diese ist aber im Grubenfelde selbst, wie Württenberger, der sie ja beobachten konnte, ausführt, sehr wechselnd; es könnte demnach nicht auffallen, wenn sie an entfernteren Stellen von der im Grubenfelde noch mehr oder weniger abwiche. Aber Leimbach kannte am Call, an der Strasse nach Röddenau etc. nur das Ausgehende, an welchem die Kalke verändert sind, und schwache thonige Schichten nicht oder nur wenig sichtbar sind.

Wie schon oben erwähnt, finden sich aber auch am Stätteberge etc. theils mürbe, theils sogenannte verhärtete Schieferletten zwischen den Kalken, und daneben auch Pflanzenreste und Kohlengraupen, die Verschiedenheit von der Lettenflötzzone des Grubenfeldes ist also nicht eben bedeutend.

Wenn im Grubenfelde ferner Molluskenreste fehlen, (wie ich annehmen will, obwohl dies keinesweges feststeht, da genauere Angaben aus der Zeit des alten Bergbaues fehlen, und die Schurfversuche der neueren Zeit dort nur ungenügende Aufschlüsse geliefert haben), so ist dies einfach dadurch zu erklären, dass in der Nähe einer Flussmündung, auf welche die zahlreichen Pflanzenreste im Grubenfelde und der schnelle Wechsel der feinkörnigen Gesteine deuten, das Wasser für die *Schizodus*, *Gervillia* etc. zu brackisch war, oder auch durch zu schnellen Absatz der Sedimente ihre Brut schon getödtet wurde.

Aus Württenberger's Aufsatz (S. 12) ersehen wir, dass im alten Grubenfelde die Lettenflötzzone fast überall direkt auf dem Culm liegt, selten auf dem Rothliegenden, wie dies auch bei Thalitter und Stadtberge mit den dortigen Zechsteinbildungen der Fall ist, und wie auch sonst der Zechstein einen anderen Verbreitungsbezirk hat als das Rothliegende.

Leimbach (S. 38) will zwar deduciren, die Conglomerate unter dem Lettenflötz dürften nicht Rothliegendes genannt werden,

Digitized by Google

weil Württenberger zugäbe, die Bezeichnung Weissliegendes für die daneben auftretenden grauen Sandsteine sei unstatthaft, diese Schlussfolgerung ist aber kaum logisch zu nennen.

Jedenfalls ist Württenberger's Ansicht, dass die Erzflötzzone des Grubenfeldes mit den Kalken des Stätteberges etc. gleichalterig sei, durch nichts widerlegt, nnd durch Obiges noch wahrscheinlicher gemacht; ich lasse es aber dahingestellt, ob die Kalke vom Stätteberge etc. dem ächten Zechstein von Thalitter etc. oder etwa einer höheren Schicht, wie der Rauchwacke, entsprechen.

Wenn nun aber von Württenberger und Anderen die oberen Conglomerate vom Call etc. (Schicht 16 Würtb.) zum bunten Sandstein gezogen werden, so scheinen hiergegen zwei Gründe, ein praktischer und ein gewissermassen theoretischer zu sprechen. Letzterer ist dieser: die Conglomerate über den versteinerungsführenden Kalken gleichen petrographisch ganz den darunterliegenden, dem ächten Rothliegenden, während in unzweifelhaftem buntem Sandsteine weit in die Runde dergleichen Gesteine nicht bekannt sind; wenn feinkörnige Sandsteine zwischen den Conglomeraten auftreten, so ist zu beachten, dass dergleichen auch als Einlagerungen im Zechsteinletten vorkommen. Andrerseits treten östlich und südlich von Frankenberg, bei Ilsberg, Marburg etc. vielfach im oberen Theile der Conglomerate des Rothliegenden thonige und dolomitische Kalke auf, welche wohl als Repräsentanten der Kalke vom Call etc. anzusehen sind, wie sie auch meist auf der Dechen'schen geologischen Karte als Zechsteine angegeben sind. In der Gegend von Marburg sind diese Kalke indessen nur wenig mächtig und verschwinden selbst mitunter ganz. In diesem letzteren Falle wird es dann unmöglich, falls man die darüberliegenden Conglomerate zum bunten Sandstein ziehen wollte, diesen vom Rothliegenden abzutrennen, während auf der anderen Seite die Grenze der oberen Conglomerate gegen den ächten, feinkörnigen, unteren bunten Sandstein eine recht scharfe ist.

In Folge dessen möchte Redner folgende Auffassung vorziehen: Ueber den kalkig-thonigen Zechsteinbildungen bei Frankenberg folgen Conglomerate, welche ein Aequivalent der Zechsteinletten anderer Gegenden sein könnten, wie solche auch bei Stadtberge und Adorf vorhanden sind. Nach Süden werden die Kalke versteinerungsleer und weniger mächtig und fehlen wohl auch ganz, so dass sie dort wie Einlagerungen im Rothliegenden erscheinen, während nach Norden die Kalkbildungen mächtiger werden, und zum Theil durch die darin enthaltenen Versteinerungen als eigentlicher Zechstein charakterisirt werden.

Herr v. Dechen machte, anschliessend an den Vortrag des Herrn Lasard über die Temperatur des Erdinnern, einige Bemer-

Digitized by Google

kungen über diesen Gegenstand, worin er hervorhob, dass, wenn die Erde ein sich von aussen abkühlender Körper sei, sich bei gleicher Tiefenstufe in der Nähe der Oberfläche grössere Temperaturunterschiede finden müssten, als in grösseren Tiefen, oder was dasselbe ist, gleiche Temperaturunterschiede werden von der Oberfläche aus in immer grösseren Abständen nach der Tiefe gefunden. Diesem Gesetze entsprechen auch einige Beobachtungen, doch sind die localen Einflüsse bei den überhaupt erreichten geringen Tiefen zu störend, um dasselbe mit einiger Sicherheit in numerischen Werthen darzustellen. — Derselbe trug ferner einige Bemerkungen über die Verbreitung nordischer Geschiebe mit besonderer Berücksichtigung der Gegend von Minden vor.

Die hierbei erörterten Fragen, auf welchem Wege und unter welchen Umständen diese Findlinge hieher gelangt sein könnten, gaben den Herren v. Dücker und Dr. Banning Veranlassung zu einer kurzen Discussion dieses Themas, worauf die General-Versammlung um 11½ Uhr vom Herrn Vereins-Präsidenten geschlossen wurde.

In einem an das Sitzungslocal anstossenden Saale schritt man sogleich zu dem mit einer reichen Auswahl guter Speisen vorbereiteten Gabelfrühstück, weil bereits gegen 1 Uhr die programmmässige Festfahrt nach der Porta unternommen werden sollte. Zur anberaumten Stunde fanden sich denn auch zahlreiche Theilnehmer, einige mit ihren Damen, auf dem hierzu bereitstehenden Dampfboot ein; allein die Ungunst des Wetters, welche sich durch wiederholte Regenschauer sehr empfindlich machte, beeinträchtigte die Ausführung des ganzen Unternehmens sehr. Es wanderte zwar nach erfolgter Landung an der Porta noch ein grosser Theil der Festgenossen auf das so freundlich am Wesergebirge gelegene Etablissement von Nottmeyer, indess schlugen die Fremden sehr bald mit den vorüberfahrenden Eisenbahnzügen ihre Wege nach der Heimath ein. Dennoch werden die so freundliche Aufnahme in Minden und die darauf gerichtet gewesenen Bemühungen des Local-Comité's in dankbarer Erinnerung bei den Mitgliedern bleiben.

Fagus sylvatica L. forma umbraculifera.

Von Dr. Rosbach.

Wir besitzen in den Gärten eine grosse Anzahl von Formen unserer Waldbäume, wie beispielsweise *Fraxinus excelsior* L. *pendula*, *Betula alba* L. *laciniata* u. dgl., welche theils der Gartenkunst

Digitized by Google

ihre Entstehung verdanken, theils aber auch nur zufällig einmal und oft auch nur in einem einzigen Exemplar wild wachsend gefunden, und dann weiterhin vermehrt worden sind, während der Ursprung vieler anderer nicht mehr bekannt ist. Im vorigen Jahre (1874) nun sah ich in dem nahe bei Trier gelegenen und meist mit Rothbuchen bestandenem Tarforster Gemeindewalde über eine weite Strecke hin vertheilt Exemplare einer Rothbuche, welche, ohne einen etwaigen Uebergang zu den daneben stehenden zu zeigen, sich im Allgemeinen durch ihre fast auf dem Boden liegenden Aeste kennzeichneten, und welche ich bisher weder in einem Gärtnerverzeichnisse angegeben, noch auch sonstwo beschrieben fand. Dazu erfuhr ich noch aus zuverlässiger Quelle, dass in einem benachbarten Walde ebenfalls solche Buchen vorkämen.

Da die näher von mir untersuchten Exemplare ausser ihrem eigenthümlichen Wuchse sich durchaus nicht von den umstehenden gewöhnlichen Rothbuchen unterschieden, und alle unter einander verhältnissmässig gleich waren, so wähle ich eine stärkere derselben zur Beschreibung aus. Der Stamm besitzt kurz über dem Boden einen Durchmesser von 13 Cm., während die Höhe der ganz flachen Laubkrone nur 125 Cm. beträgt. Schon ganz nahe über dem Boden gehen die ersten Aeste ab und in Zwischenräumen von nur wenigen Cm. folgen die übrigen, daher dicht über einander liegenden Aeste. Dieselben halten im Ganzen genommen mit einem flachen nach oben gerichteten Bogen die wagerechte Richtung ein, und die stärkeren erreichen dabei eine Länge von ca. 8 M., während die eben in der Bildung begriffenen Gipfeltriebe sich sofort ebenfalls in die wagerechte Richtung umlegen, und in derselben eigenthümlichen Weise wie die andern Aeste fortwachsen. Der hierbei stattfindende Wachsthumsvorgang erhellt am besten aus der beistehenden schematischen

Figur. Die zuerst seitlich gerichtete, und nur wenig aufsteigende Astspitze senkt sich nämlich allmälig wieder etwas abwärts, wächst aber von ihrer Endknospe nicht mehr viel weiter, sondern es entwickeln sich aus den von der Astspitze entfernter stehenden Knospen neue Triebe, an welchen sich dann der Vorgang stets wiederholt. Da nun, wie schon angeführt, die gipfelständigen Triebe sich ebenfalls rasch umgelegt haben, so hat der Hauptstamm seine sonst gerade und senkrechte Richtung gänzlich verloren, und wächst nur

Digitized by Google

unregelmässig, knorrig hin und hergebogen, sowie vollständig gipfellos in die Höhe, wodurch denn der Baum im Allgemeinen die Form eines flachen, fast ungestielten Sonnenschirms erhält.

Ueber die Entstehungsweise dieser auffallenden Baumform, welche auf freistehende Hochstämme veredelt gewiss jeder Gartenanlage zur Zierde dienen könnte, bin ich irgend einen Aufschluss zu geben ausser Stande. Nur das sei noch hier bemerkt, dass durch das Laubdach derselben sich öfters nahe stehende jüngere, ganz wie gewöhnlich aussehende Buchen hindurchgearbeitet haben.

Soolquelle bei Saarburg.

Analysirt im Sommer 1875 von Ferd. Winter,
Apotheker in Gerolstein.

Diese neu entdeckte Soolquelle entspringt im Kammerforst bei Beurig gegenüber Saarburg, vier Meilen oberhalb Trier und zwar am rechten Saarufer.

Das Gebirge, aus welchem dieselbe zu Tage tritt, besteht aus einem eisenhaltigen Thonschiefer und gehört der Uebergangsformation an, welche hier stellenweise von Buntsandstein bedeckt ist.

Vom Herrn Dr. med. Lübke in Beurig, auf dessen Veranlassung ich die Analyse ausführte, erhielt ich in zwei wohlverschlossenen Krügen ein klares und geruchloses Wasser von salzig bitterem Geschmacke.

Das spec. Gewicht desselben betrug bei 15° C. 1,1125. 1 Liter = 1,000 Gramme hinterliessen durch Abdampfen und Eintrocknen des Rückstandes bei 120° C. bis zum constanten Gewicht 13,2310 Gramme.

Hiervon waren organische Stoffe 0,5210 Gramme, unorganische Verbindungen 12,7100 Gramme. Letztere enthalten:

Chlornatrium	8,1102
Schwefelsaures Natron	0,8215
Schwefelsaure Kalkerde . . .	2,2002
Kohlensaure Kalkerde	0,1502
Chlormagnesium	1,0255
Chlorcalcium	0,3536
Kohlensaures Eisenoxydul . . .	0,0230
Thonerde	0,0005
Kieselsäure	0,0253
	12,7100.

Digitized by Google

Friedrich W. A. Argelander.

Unter den zahlreichen Verlusten, welche unser Verein durch den Tod von Mitgliedern erlitten hat, besitzt kein anderer eine so schmerzhafte und grosse Bedeutung als der des Geheimen Regierungsraths, Professors, und Direktors der Sternwarte zu Bonn, Argelander. Er war anerkannt einer der grössten praktischen Astronomen seiner Zeit, gleich ausgezeichnet durch den Scharfsinn, welcher sich in allen seinen Arbeiten zeigte, als durch die Ausdauer, mit der er dieselben zu einem erfolgreichen Ende führte. Wir entnehmen einem ausführlichen Nekrologe, den sein Nachfolger Prof. Schönfeld im 3. Hefte X. Jahrgang der Vierteljahrsschrift der astronomischen Gesellschaft veröffentlicht hat, die folgenden Angaben, um dem Wunsche so vieler Mitglieder unseres Vereins zu entsprechen, ein kurzgefasstes Lebensbild des weit hervorragenden Gelehrten und Mannes zu erhalten. Derselbe, Sohn eines Kaufmanns, war in Memel am 22. März 1799 geboren. Seine Kinderjahre brachten ihn unter ausserordentlichen Verhältnissen in nahe Berührung mit der Preussischen Königsfamilie, welche nach der unglücklichen Schlacht von Jena sich nach Memel zurückgezogen hatte. Der Kronprinz (nachmals König Friedrich Wilhelm IV.) und Prinz Friedrich wohnten in Argelander's elterlichem Hause. Sowohl jener, als auch der jetzige Kaiser und König Wilhelm I. haben ihm fortdauernd ihr freundschaftlichstes Wohlwollen in treuem Andenken an jene Zeit bewahrt. Er bezog am 2. April 1817 die Universität Königsberg mit der Absicht, sich den Cameralwissenschaften zu widmen, aber bald zogen ihn die astronomischen Vorlesungen Bessel's so an, dass er sich ganz der Astronomie mit grossem Eifer widmete, dass Bessel bereits Arbeiten, die er als Student ausführte, als die »eines seiner ausgezeichnetsten Schüler« bekannt machte. Am 1. October 1820 wurde er als Gehülfe der Sternwarte in Königsberg angestellt und ihm die Laufbahn eröffnet, die bald seinem Namen die höchste Achtung errang. Er nahm nun an den Arbeiten Bessel's am lebhaftesten Antheil, erwarb 1. April 1822 den philosophischen Doctorgrad, nachdem er die Dissertation »De observationibus astronomicis a Flamsteedio institutis« verfasst hatte. Die nächste Arbeit war die erschöpfende Bearbeitung der Beobachtungen des Cometen von 1811, mit der er sich als Privatdocent an der Universität habilitirte. Aber bald wurde er zu einer selbstständigen Stellung berufen. Die Stelle des Observators an der Sternwarte zu Åbo in Finnland war erledigt worden. Auf Bessel's Empfehlung wurde sie am 28. April 1823 Argelander übertragen. Nachdem er sich am 2. Mai mit Fräulein Courtan vermählt hatte, ging er über Dorpat und Petersburg nach seinem neuen Bestim-

Digitized by Google

mungsorte. Die Sternwarte war neu erbaut, die Ausrüstung derselben noch nicht ganz vollendet, erst im Frühling 1827 konnten die Beobachtungen mit dem Reichenbach-Ertel'schen Meridiankreise beginnen. Noch in demselben Jahre erfolgte eine neue Störung. Die Stadt Åbo wurde am 4. und 5. September durch eine Feuersbrunst zum grössten Theile zerstört. Die Sternwarte blieb bei ihrer isolirten Lage zwar erhalten, aber der bald gefasste Beschluss, die Universität und mit derselben auch die Sternwarte nach Helsingfors zu verlegen, hemmte ihre weitere Entwickelung. Gleichwohl ist ihr kurzes Bestehen von grossem Einfluss auf die Entwickelung der Astronomie gewesen; vor Allem durch den berühmten Åboer Sternkatalog, in welchem Argelander die damals bekannten Sterne von stärkerer Eigenbewegung mit der höchsten Genauigkeit festgesetzt hat und der ihm später dazu diente die lange zweifelhaft gebliebene Frage, ob unser Sonnensystem sich im Fixsternraume bewege, endlich zur Entscheidung zu bringen. Der Platz zu der neuen Sternwarte wurde noch 1827 ermittelt, der Neubau jedoch erst 1830 festgestellt und genehmigt. Inzwischen war Argelander am 10. December 1828 zum ordentlichen Professor der Astronomie an der neuen Universität ernannt worden. Indessen verzögerte sich die Einrichtung der neuen Sternwarte so, dass erst im Juni 1833 Zeitbestimmungen im ersten Vertikal für die von Petersburg nach West ausgehende Chronometer-Expedition ausgeführt, und die Aufstellung aller Instrumente im September 1835 vollendet werden konnte. Doch nicht lange sollte sich Argelander der Benutzung der von ihm eingerichteten Sternwarte erfreuen. Der nicht nur durch wissenschaftliche Leistungen, sondern auch als Gründer einer zweckmässig eingerichteten Sternwarte erprobte und rühmlichst bekannte Astronom wurde 28. August 1836 an die hiesige Universität berufen, der bis dahin eine Sternwarte gefehlt hatte. So fiel ihm denn abermals die Aufgabe zu, eine Sternwarte den wachsenden Anforderungen der Wissenschaft entsprechend herzustellen, freilich mit einer schwer ertragenen Unterbrechung seiner wichtigsten Arbeiten; denn die neue Sternwarte konnte erst 1845 bezogen werden. Diese Zwischenzeit wurde mit anderen wichtigen Arbeiten ausgefüllt. In derselben entstand die »neue Uranometrie«, Darstellung der im mittleren Europa mit blossen Augen sichtbaren Sterne nach ihrer wahren, unmittelbar vom Himmel entnommenen Grösse. Berlin 1843. Ebenso begannen die Arbeiten auf dem lange vernachlässigten Gebiete der veränderlichen Sterne bereits im December 1838 mit Beobachtungen von Mira Ceti, denen sich weiterhin die von Algol, β Lyrae und anderen auch teleskopischen Sternen anschlossen. Argelanders Methoden zur Bestimmung der relativen Sternhelligkeiten sind, abgesehen von der Bezeichnungsweise, die freilich das Wichtigste dabei ist, nicht eigenthümlich neu; die Her-

Digitized by Google

schel'schen Studien darüber waren aber so gut wie vergessen, selbst Argelander kannte sie damals nicht und hat die Methoden selbstständig wieder gefunden. Bei weitem die wichtigste Arbeit dieser Zwischenzeit bestand in der Fortsetzung der Bessel'schen Zonen nach Nord von 45° bis 80° Declination mit einem provisorisch aufgestellten fünffüssigen Ertel'schen Passageinstrument. Sie nahm die Zeit vom 27. Mai 1841 bis Juni 1843 ein, lieferte 26,424 Beobachtungen von 22,000 Sternen und ist in den »Bonner Beobachtungen« Abtheil. I. 1846 bekannt gemacht worden. Auf der neuen Sternwarte wurde dann Bessel's Zone auch nach Süd von —15° bis —31° Declination fortgesetzt, eine Gegend in der der Mangel an genauen Sternörtern noch viel grösser war; noch weiter nach Süd zu gehen, verhindert in unseren Breiten die Nähe des Horizontes. Diese Beobachtungen erreichten vom Mai 1849 bis dahin 1852 die Zahl von 23,250 und lieferten über 17,000 Sterne. Eine weitere Berichtigung durch Meridianbeobachtungen schloss sich von 1852 bis 1854 unmittelbar daran an. Noch vor dem Schlusse dieser Arbeit hatte Argelander den Plan zu einer viel grösseren Arbeit gefasst, welche die Kenntniss des gestirnten Himmels in ganz anderer Weise erweitern sollte. Es handelte sich um die Festlegung der helleren Sterne bis 9ter Grösse; und diese führte zu dem Atlas des nördlichen gestirnten Himmels für den Anfang des Jahres 1855 in 40 Blättern 1863 und zu dem Sternverzeichniss von 324,198 Sternen zwischen dem Nordpol und 2 Grad südlicher Declination. Seine Thätigkeit in diesen Jahren war eine gewaltige, stets bemüht, die Einheit des Ganzen zu wahren, ordnete er einen grossen Theil des Materials selbst und liess nur ungern eine Zone durchgehen, ohne selbst daran gearbeitet zu haben. Im Zusammenhange damit bestimmte er wiederum an 30,000 Sterne genauer am Meridiankreise, meist solche, welche früher überhaupt nicht, oder nur fehlerhaft beobachtet worden waren. Alsdann zog er, aber auch besonders seit 1865, die genauere Meridianbeobachtung aller Sterne bis zur 9ten Grösse durch Vertheilung unter verschiedenen Sternwarten in nähere Erwägung; 1867 legte er dem Vorstande und dann der General-Versammlung der Astronomischen Gesellschaft seine Pläne über die zweckmässigste Art der Ausführung vor, welche mit geringen Abänderungen dem 1869 zu Wien festgestellten Programm zu Grunde lagen. Er übernahm selbst eine Zone von 10 Grad Breite zur Bearbeitung, obgleich er eine solche, die Kräfte auf Jahre hinaus in Anspruch nehmende Beobachtungsreihe nicht mehr durchzuführen geneigt war und sie den Gehülfen der Sternwarte übertrug.

Seine Lebensaufgabe fand er in der Herstellung des Materials für die Theorie in dem Sinne, den Bessel so schön in seinen Ideen über die Verbindung der astronomischen Beobachtungen mit

Digitized by Google

der Wissenschaft dargelegt hat. Das Studium der Eigenbewegungen der Sterne zieht sich, von den Beobachtungen zu Åbo und der Entdeckung von 1830 Groombridge an, fast durch sein ganzes Leben und nahe Alles, was wir über die der schwächeren, teleskopischen Sterne wissen, beruht mehr oder weniger auf seinen Arbeiten. Der grösste Theil seiner 40jährigen Thätigkeit in Bonn war dem grossen Gedanken gewidmet: in der Kenntniss der Fixsternörter — so weit die Lichtstärke der Instrumente reicht — Vollständigkeit zu erreichen. Die Zonenbeobachtungen, die Durchmusterung, die jetzige Arbeit der Astronomischen Gesellschaft greifen sämmtlich zu diesem Zwecke planmässig in einander. Es bleibt dahin gestellt, was dabei bewunderungswürdiger ist, der unermüdliche Fleiss, oder die Schärfe der Beobachtung, oder die Kritik in der Behandlung eigener und fremder Beobachtungen.

Der Erfolg derjenigen Arbeiten, welche das Zusammenwirken mehrerer Gehülfen nothwendig machten, wie die Bonner Durchmusterung, ist ganz besonders seinem vortrefflichen Charakter, seiner hohen Herzensgüte, seinem offenen heiteren Wesen zuzuschreiben, mit welchen Eigenschaften er seine Mitarbeiter an sich fesselte; er wusste unvermerkt Alles auszugleichen, was ein Hinderniss hätte werden können.

Seinem äusseren Leben fehlte es nicht an anerkennenden Auszeichnungen. Orden wurden ihm zu Theil, 1874 noch die Friedensklasse des Orden pour le mérite; eine grosse Zahl gelehrter Körperschaften hat ihn zum correspondirenden, wirklichen oder Ehrenmitgliede ernannt. Zu besonderen Auszeichnungen von nahe und fern gab sein Doctorjubiläum, 1. April 1872, Veranlassung. Das Glück seiner Familie wurde durch den Verlust mehrerer erwachsener Kinder getrübt. Ihn überleben eine trauernde Wittwe, zwei Söhne und eine Tochter.

Seine seit den Kinderkrankheiten nicht gestörte Gesundheit hielt bis zum Sommer 1874, wo er von einer typhusartigen Krankheit befallen wurde; im Herbst schien das Uebel eine Zeitlang gehoben und er nahm die unterbrochenen Arbeiten wieder auf. Aber leider war die Genesung nur scheinbar, die Kräfte schwanden mehr und mehr und wenn auch das Interesse an der Wissenschaft bis in die letzten Wochen rege blieb, so wurde doch die Abspannung immer grösser. Ein sanfter Tod endete am 17. Februar 1875 dieses reiche Leben, welches so Vielen zum Segen geworden ist und in der Wissenschaft unvergängliche Spuren hinterlässt.

Digitized by Google

Bericht über die Herbst-Versammlung des Naturhistorischen Vereins für Rheinland und Westfalen.

Für diese Zusammenkunft in Bonn war der 4. October in Aussicht genommen worden und fanden sich dazu die dem bergmännischen Berufe angehörigen auswärtigen Mitglieder namentlich zahlreich ein. Die Sitzung wurde im Vereinsgebäude gegen 10 Uhr von dem Herrn Präsidenten, Excellenz von Dechen, vor etwa 80 Theilnehmern eröffnet, indem er diesen zunächst mittheilte, dass auf der General-Versammlung zu Minden Herr Dr. Marquart, in Anerkennung seiner langjährigen grossen Verdienste um den Verein, zum Ehren-Vicepräsident ernannt worden sei, was die Anwesenden veranlasste, ihren Beifall durch Erheben von den Sitzen kundzugeben.

Die Reihe der wissenschaftlichen Vorträge begann hierauf Herr Oberförster Prof. Borggreve aus Bonn über die Entstehung und Veränderung der **Dünen**, insbesondere an den Deutschen Nordseeküsten.

Mit Hülfe des mitgebrachten Demonstrations-Materials und gestützt auf die zweifellosesten physikalischen und biologischen Thatsachen wies der Vortragende — der die Dünenbildung auf den nordöstlichsten friesischen Inseln (Sylt etc.) vor einigen Jahren, auf den südwestlichsten (Borkum etc.) in diesem Herbst eingehend studirt — überzeugend nach, dass die bisherigen, landläufigen Ansichten über die Entstehung und Veränderung der Dünen, und ihrer eigenthümlichen Vegetation zum grossen Theil, und zwar in ihren wesentlichsten Punkten gänzlich unhaltbar seien. Sowohl in der betreffenden reichhaltigen Specialliteratur, wie auch selbst in den Kreisen der Küsten- resp. Insel-Bevölkerung, werde u. a. allgemein angenommen:

dass die ursprünglich vegetationslosen, durch trockene Westwinde zur Ebbezeit vom Strande her aufgeschütteten See-seitigen s. g. »Wanderdünen« die jüngsten seien und sich allmälig von der Landseite her mit Vegetation (zunächst Dünenhalm oder Strandhafer, *Arundo arenaria* L. später Sandsegge, Bocksbart, Kriechweide, Rauschbeere, Haide, Seedorn etc. etc.) überziehen und festigen, vor der definitiven Festigung aber erheblichen Veränderungen ihrer horizontalen Lage ausgesetzt seien, insbesondere so, dass die Berge durch westlichen Abbruch und östlichen Ansatz landeinwärts in die Thäler gedrängt würden, und an ihrer bisherigen Stelle neuen Thälern Platz machten — —

Digitized by Google

dass die weitaus wichtigste Dünenpflanze, der »Halm«, nachdem er sich auf der see-seitigen Wanderdüne »angesiedelt« schnell seine »Wurzeln« 5—10 M. tief in den Untergrund der Düne sende und sich von dort Feuchtigkeit und Mineralnahrung hole, die der »unfruchtbare« Obergrund der Düne nicht biete — —

dass dieser Halm die Düne nicht nur gegen den Wind, sondern, auf der Seeseite auf gegen das Abspülen und Unterwaschen durch die Fluthwelle schütze und daher dort, wo er fehle zur Vermeidung der Durchbrechung der Dünenkette bei Sturmfluthen um jeden Preis immer wieder künstlich zu cultiviren sei etc. — —

Von alle dem, führt der Redner aus, sei nur so viel richtig, dass der Sand vom Strande herkomme, und dass der Halm die Düne gegen das Abwehen schütze. Alles Uebrige sei falsch, ja es verhalte sich meist gerade entgegengesetzt, wie er bereits in seiner Abhandlung über »Haide und Wald« (Berlin 1875) S. 69 f. kurz angedeutet, durch seine neuesten Untersuchungen aber immer klarer gestellt habe.

»Ursprünglich vegetationslose« Dünenköpfe gebe es zunächst nicht und könne es nicht geben. Ebenso wenig werde der Regel nach, — also abgesehen von direkten Zerstörungen des Halms durch Menschen oder Weidevieh — jemals ein Dünenkopf vom Winde abgetragen. Noch viel weniger aber könne ein solcher seinen Platz verrücken. Jeder Kopf oder Kamm bleibe vielmehr ganz oder fast genau in seiner durch die senkrecht mit ihm empor gewachsenen Halmpflanzen bedingten geographischen Lage, erhöhe und verbreitere sich aber dem Böschungswinkel des Sandes entsprechend beständig, bis er endlich von dem allmälig landeinwärts vordringenden Strande erreicht werde, und nun, durch die Fluthwelle unterspült auf den Vorstrand herabstürze. Von hier aus werden die bislang ihm angehörigen Sandkörner, mit den von den Fluthen herbeigeführten, durch trockene Nord-, West- und Süd-Winde über den ganzen Dünengürtel und zum kleinen Theil selbst noch über das hinterliegende Geest-, Marsch- oder Watt-Gebiet geführt und da abgesetzt, wo sie in Vertiefungen oder hinter Erhöhungen annähernd stagnirende oder doch ruhigere Luftschichten finden. Der vom Winde geführte Triebsand wirke mithin auf das von ihm überschüttete Terrain an sich lediglich nivellirend, — also in der Hauptsache ebenso, wie ein Schneetreiben im Binnenlande bei hartem Frost, — und könne niemals auf freiem, ebenem Terrain ohne einen gegebenen Halt 5—10—20 ja 30 Mr. hohe Wälle resp. Hügelketten bilden, wie sie unsere Aussen-Küsten zeigen.

Betrachte und verfolge man nun anderseits den Halm und die Art seiner Vegetation so führe dieses auf die Lösung. Genaue Untersuchungen des Vortragenden haben ergeben, dass jedes Individium des Dünenhalms genau so hoch ist, wie der Düne-

Digitized by Google

hügel selbst auf welchem es steht, dass es mithin, da der Stengel nicht nach unten hin wachsen kann, und mit seinen Spitzen kaum je höher, als etwa 0,5 Mr. über der Sandoberfläche hervorragt, nur mit der Düne gewachsen sein kann, also auch genau so alt, wie diese selbst sein muss. Die Individien dieses eigenthümlichen Grases erreichen demgemäss, — ohne einen bei der Vegetation betheiligten Holzkörper mit überwinternden Knospen zu bilden, eine Länge von über 20 Mr. und ein Alter von mehreren hundert Jahren, und müssen es erreichen, wenn und da sie überhaupt auf der Aussendüne noch leben. Denn es sei Thatsache und begreife sich bei einigem Nachdenken nicht unschwer, dass und warum die ganze eigentliche Dünenoberfläche der Regel nach keine junge Pflanze des Halms (und seiner Trebanten, besonders *Elymus arenarius* L. und *Sonchus maritimus* L., welchen Letzteren B. nicht mit Garke etc. als blosse Varietät von *S. arvensis* L. ansehen kann) aufweise und aufweisen könne, dass vielmehr junge Samenpflanzen sich nur an der jemaligen Grenze zwischen Dünengebiet und Hinterland d. h. dort finden und bilden können, wo die ganz schwache jährliche Uebersandung die vorhandene herrschende Vegetation zwar bereits namhaft beeinträchtigt, nicht aber jeden schwachen Keimling bald wieder lebendig begraben muss. Die primäre Wurzel, wie der tiefer, als etwa 1—2 Mr. unter der Dünenoberfläche befindliche Theil des Rhizoms älterer Halmpflanzen, sei gänzlich bedeutungslos für deren fernere Vegetation, indem die Aufnahme der hierzu erforderlichen bedeutenden Kali- und Chlornatrium-Quantitäten (wie die Aschenanalysen zeigen) lediglich durch die aus den frisch eingewehten peripherisch hervorsprossenden secundären Adventiv-Wurzeln vermittelt werden müsse, da nur dèr Obergrund der Düne diese Salze reichlich führe. Alles dieses sei auch von Ratzeburg — dem Einzigen der die Vegetation des Halms wenigstens etwas näher untersucht und zuerst auf die eigenthümliche individuelle Vervielfältigung desselben (»Gabeltriebe« von ihm genannt) hingewiesen habe — nicht richtig gewürdigt, weshalb denn auch dieser Forscher mit allen Uebrigen bei der unrichtigen Ansicht stehen geblieben sei, dass die einzelnen Dünen-Rücken und -Köpfe sich von der Küste her landeinwärts wälzten, dass die See-seitige hohe fast nur Halm tragende Dünenreihe die jüngste, die »bereits« mit bunter Vegetation bewachsene (»gedämpfte«) Land-seitige dagegen die älteste sei, etc. —

Zum Schluss bezeichnet denn der Vortragende als den **Kern des Ergebnisses** seiner Untersuchungen, aus dem die wichtigsten Folgerungen herzuleiten seien, die überraschende, aber nach dem Mitgetheilten kaum anzugreifende Thatsache, **dass die Dünenbildung als solche durch den Halm bedingt**, und lediglich eine **Folge**, ein **Resultat** der eigenthümlichen, sich jeder Niveau-Erhebung (nicht aber -Erniedrigung!) an-

Digitized by Google

passenden und dadurch dieselbe stetig fortsetzenden Vegetation dieser Pflanze sei; dass Flugsand ohne Halm — bedingungsweise eine der des Halms ähnliche Vegetation — niemals höhere und bis zu ihrem schliesslichen plötzlichen Zusammenbruch (durch die Fluthwellenwirkung) stetig senkrecht ansteigende Berg-Köpfe und -Wälle mit zwischenliegenden, — zum Theil ja stets sumpfig oder vegetationslos bleibenden, aber nie versandenden und stets ihre ursprüngliche Stelle bewahrenden — Thälern bilden könne; dass somit der Halm eine Pflanze von ebenso hoher geologischer, wie volkswirthschaftlicher Bedeutung sei und überdiess ein hervorragendes biologisches Interesse durch die höchst eigenthümliche Ausbildung und Anpassung seiner, ursprünglich der bei den verwandten Gräsern ganz ähnlichen Anlage zur Rhizombildung biete.

Auf die an die Mitglieder der Versammlung gerichtete Bitte des Vortragenden, etwaige unhaltbar scheinende Punkte seiner Ausführungen anzugreifen, erfolgte kein Einspruch.

Herr Berghauptmann Prof. Nöggerath besprach den Inhalt der Festschrift, welche bei dem glänzenden Bergfest von Przibram in Böhmen erschienen ist. Diese Feier hat nämlich am 13., 14. und 15. Sept. d. J. bei dem dortigen grossartigen Silber- und Bleibergbau stattgefunden aus Anlass, dass der dortige Adalbert-Schacht die ausserordentliche senkrechte Tiefe von 1000 Meter — die grösste Tiefe, welche heutzutage irgend ein Schacht auf der ganzen Erde besitzt — erreicht hatte. Der Sprecher berührte kurz die Geschichte, die geologischen und Ertragsverhältnisse dieses alten Bergbaues, insbesondere aber die Verhältnisse der Zunahme der Wärme nach dem Innern der Erde, welche sich bei dem Messen der Temperaturen des Gesteins in dem Adalbert-Schacht ergeben haben. Diese bieten nämlich sehr abweichende Resultate gegen die bisherigen Temperaturbestimmungen, welche in Gesteinsbohrlöchern und artesischen Brunnen ermittelt worden sind. Die zwölf in verschiedenen Tiefen des Adalbert-Schachtes gemessenen Temperaturen wachsen zwar auch in einer arithmetischen Progression nach der Tiefe, nur mit kleinen Fehlern im Plus oder Minus gegen die Reihen, die sich bei den einzelnen Beobachtungen ergeben haben. Die Zunahme der Temperatur nach der Tiefe ist aber mehr als um die Hälfte langsamer, als bei den bisher anderwärts gemachten Beobachtungen; sie beträgt nämlich nach der angestellten Berechnung in der Methode der kleinsten Quadrate 207½ Pariser Fuss für jede Temperatursteigerung von einem Grad Celsius, während Humboldt (Kosmos I, Seite 131) nach ziemlich übereinstimmenden Erfahrungen in den artesischen Brunnen die Zunahme der Wärme im Durchschnitt für jeden Grad des hunderttheiligen Thermometers zu 92

Digitized by Google

Pariser Fuss annimmt. Der Adalbert-Schacht geht bei seinen 1000 Meter Tiefe 450 Meter unter das Niveau des Meeres nieder.

Hierauf sprach Herr Landgerichtsrath a. D. v. Hagens über Bienen-Zwitter. Beim Untersuchen von Bienen habe ich einige Zwitter gefunden, d. h. Exemplare, deren Glieder theils männlichen, theils weiblichen Typus tragen. Es sind dies keine Honigbienen, sondern sie gehören zu Gattungen, welche keinen Sammelapparat haben.

1) *Prosopis obscurata* Schenck. Die Farbe des Vorderkopfes ist getheilt, die rechte Hälfte des Gesichts ist weisslich, wie beim Männchen, die linke Hälfte hat nur einen weisslichen Flecken, wie beim Weibchen. Fühler und Mandibeln sind weiblich. Am Auffallendsten ist die Spitze des Hinterleibes (welcher beim Männchen aus 7, beim Weibchen aus 6 Segmenten zu bestehen pflegt). Hier findet sich nur die rechte Hälfte eines 7. Segmentes und die rechte Hälfte der männlichen Genitalien, nämlich von den Paar Zangen und den Paar Klappen nur je eine. Daneben befinden sich mehrere Stacheln.

2) *Nomada glabella* Thomson (meist als Varietät von *N. ruficornis* Linn. angesehen). Am Kopfe sind die Mandibeln gelb gezeichnet, also männlich; der linke Fühler ist männlich, der rechte fehlt. Das Gesicht ist rechts röthlich gezeichnet, wie beim Weibchen, links gelblich und länger behaart, wie beim Männchen. Während das Weibchen dieser Art 4 rothe Längsstreifen auf dem Rücken hat, fehlt hier der rechte innere Streifen. Ebenso ist das Schildchen auf der linken Seite roth, auf der rechten schwarz und länger behaart. Es ist also hier die rechte Seite wesentlich männlich, während es beim Kopfe die linke war. Die Seiten der Brust haben rothe Flecken, wie beim Weibchen; der Hinterrücken zeigt nur eine unbedeutende Spur von roth. Der Hinterleib ist durchaus weiblich.

3) *Sphecodes reticulatus* Thomson *(distinguendus* Hagens). Von den Fühlern ist der rechte weiblich, der linke männlich. Auch die linke Seite des Gesichts ist, wie bei den Männchen, weisslich behaart. Im Uebrigen ist der ganze Körper weiblich.

Alle 3 Stück sind nicht vollständige und symmetrische Zwitter; vielmehr finden sich die weiblichen und männlichen Bestandtheile auf die verschiedenste Weise vereinigt.

Herr Prof. Schenck in Weilburg hat auch bei anderen Bienenarten Zwitter gefunden, z. B. bei *Andrena fuscipes* und von den Honigbienen.

Herr Dr. Forel hat in seinem classischen Werke »Les fourmis de la Suisse« eine Anzahl von Zwittern von Ameisen aufgeführt und nimmt ausser diesen vereinzelt vorkommenden und monströsen

Digitized by Google

Formen auch eine sich öfter wiederholende Form von Zwittern an, nämlich die sogenannte *Ponera androgyna*. Die Gattung *Ponera* ist in Europa spärlich vertreten; ausser der bekannten Art *Ponera contracta* wurden von Dr. Roger noch 2 Arten beschrieben *Ponera punctatissima* und *androgyna*, welche vorzüglich in Treibhäusern, in Südeuropa aber auch im Freien vorkommen. Die *Ponera androgyna* hat das Aussehen einer Arbeiter-Ameise, ist auch wie diese ungeflügelt; aber sie hat männliche Genitalien (wesshalb schon Roger ihr jenen Namen beilegte). Dr. Forel hält dieselbe für einen Zwitter ☿ ♂ der *Ponera punctatissima*. Es würde hier eine sich regelmässig wiederholende Zwitterbildung vorliegen, was eine sehr auffallende Erscheinung wäre.

Von den übrigen Insectenordnungen sind bei Schmetterlingen die meisten Zwitter beobachtet worden; bei den Käfern sind sie sehr selten. In der Berliner Entomologischen Zeitschrift 1873 wurden nur ein paar Fälle aufgezählt. Nach der Stettiner Ent. Z. von 1861 sind bis zu diesem Jahre im Ganzen 118 Zwitter und zwitterhafte Insecten beobachtet worden.

Herr Civil-Ingenieur A. Ehrenberg aus Bonn machte nachstehende Mittheilung über die neuerlichen Aufschlüsse auf der Grube Maubacher Bleiberg bei Düren. Im Buntsandstein der Eifel tritt beim Dorfe Maubach unweit Düren ein mächtiges Bleierzlager im Grundconglomerat genannter Formation auf, auf welchem bereits im 13. Jahrhundert nachweislich ein sehr reger Bergbau umgegangen hat, der jedoch aus verschiedenen Ursachen längere Zeit hindurch zum Erliegen kam und erst in den letzten 20 Jahren zu verschiedenen Malen wieder aufgenommen wurde, ohne ein befriedigendes Resultat zu liefern.

Eine genaue Beschreibung dieses Erzvorkommens findet sich im XVIII. Jahrgang der Vereins-Annalen von Herrn Dr. Gurlt, worauf Redner Bezug nimmt. Die darin ausgesprochenen Ansichten über das Verhalten der dortigen Lagerstätten haben sich durch die seit Jahresfrist dort vorgenommenen Arbeiten in jeder Richtung bestätigt, und das Vorhandensein colossaler Lagerstätten reichen Bleierzes constatirt, deren Mächtigkeit zwischen 20 bis 60 Fuss mit einem Bleigehalt von 4—30 % variirt.

Diese Lager treten im westlichen, circa 4 Millionen Quadrat-Meter umfassenden Feldertheile der Concession fast überall zu Tage, so dass dieselben vermittelst Tagebau ohne besondere Abraum-Unkosten gewonnen werden können, während im östlichen, gleich grossen Theile der Concession die hangenden erzleeren Schichten des Buntsandsteins die erzführenden Partien, gleich wie in Mechernich-Commern, überlagern; hier tritt jedoch der glückliche Umstand hinzu, dass die Süd-Ost-Grenze von dem 3—400 Fuss tiefer

Digitized by Google

gelegenen Roerthale gebildet wird, von welchem aus die Erzlager vermittelst Stollen abgebaut werden können.

In den 60er Jahren dieses Jahrhunderts waren diese Erzlager neuerdings mit erheblichen Mitteln in Angriff genommen; dieses Unternehmen scheiterte jedoch daran, dass man die Separation resp. Darstellung der Schmelzerze auf chemischem Wege, durch Auslaugen mit Salzsäure vornehmen wollte, welches, durch Versuche im Laboratorium ermittelt, sich jedoch in der Praxis als total unausführbar erwies.

Die jetzt dort stattfindende Gewinnung der Erze geschieht nach der seit Dezennien in Mechernich-Commern bewährten Methode, und gestattet die leichte Gewinnung der Erze eine so billige Darstellung des Blei's, dass jetzt die Production desselben demnächst in umfassendster Weise vorgenommen werden soll.

Herr Professor Laspeyres aus Aachen sprach über eine neue Methode, Substanzen, welche bei unbeschränktem Zutritte von Luft mehr oder weniger rasch zerstört werden, in Sammlungen aufzubewahren und auszustellen.

Solche Substanzen, welche sehr zahlreich und sehr mannigfaltig sind, finden sich sowohl in der Natur unter den Mineralien (z. B. Stassfurter-Salze, Markasit u. s. w.) wie auch unter den Präparaten der Chemiker; es haben deshalb die Mineralogen und Chemiker nicht selten den Wunsch, solche Substanzen so aufzubewahren, dass sie sich nicht verändern, dass sie für Untersuchungen stets leicht zugänglich sind, dass sie im Verschlussmittel gut beobachtet werden können und dass sie sich in der Ausstellung geschmackvoll ausnehmen.

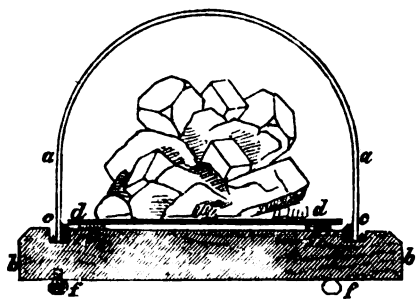
Die bisher dazu üblichen Methoden bestanden darin, diese Substanzen entweder wie anatomische Präparate in Cylindern von starkem Glase mit breitem, eingeschliffenem Stopfen oder unter ebenso starken Glasglocken, welche wie bei Exsiccatoren am Rande gegen eine Glasplatte abgeschliffen sind, vor weiterem Luftzutritte zu hüten. Diese Methoden erfüllen ihren Zweck schlecht, denn sie sind unschön, lassen die Stufen wegen der dicken, unregelmässigen Glaswände nur undeutlich und verzerrt beobachten, und lassen die Gefässe zum Theil nicht allen Stufen anpassen. Das Schlimmste ist aber, dass sie den weiteren Luftzutritt nur beschränken, nicht hindern. Die gewöhnlichen Glasgefässe mit eingeriebenen Rändern schliessen niemals luftdicht, man muss sie deshalb mit Talg dichten. Dieser Talgverschluss wird durch Eintrocknen mit dem Alter undicht und so hart, dass oft die Glasgefässe ohne Beschädigung des Inhaltes oder ihrer selbst gar nicht mehr zu öffnen sind, und der Talgverschluss besitzt, wie der Vortragende im Journal für praktische Chemie (XI. 1875 S. 37 f. IV) gezeigt hat, nicht die Fähigkeit,

Digitized by Google

Wasserdämpfe von eingeschlossenen hygroskopischen Körpern fern zu halten; sie diffundiren durch den Talg.

Eine vom Handelsminister dem Aachener Mineralien-Cabinet zugewandte Sammlung aller Salze von Stassfurt liess den Vortragenden deshalb die folgende Methode ersinnen, um diese technisch so wichtigen Salze an einer technischen Hochschule schön auszustellen und zu erhalten. Diese Methode hat sich in Erfüllung aller oben an sie gestellten Anforderungen seit 4 Monaten durchaus bewährt und kann deshalb in allen Beziehungen empfohlen werden.

Der folgende Holzschnitt zeigt den Aufbewahrungsapparat im Querschnitte.



Unter einer aus reinstem, fehlerfreiem Glase recht dünngeblasenen Glasglocke a, welche fast gar nicht die Besichtigung der zartesten Eigenschaften des Objectes behindert, kommen die Stufen, wie Stutzuhren oder Nippsachen, zur Ausstellung. Der kreisrunde Rand der Glocke greift in einen vertieft ausgedrehten Falz c eines Holzuntersatzes b ein, in welchem der vollkommen dichte Luftabschluss durch Quecksilber hergestellt wird.

Der auf 8 Füssen horizontalstehende Holzuntersatz ist so stark (8 Ctm.), dass er unter keinen Umständen sich werfen kann. Dem fertig gestellten Untersatze wird die Hygroskopie, welche eine zerfliessliche Stufe wenn auch nur langsam, doch ununterbrochen verderben würde, durch mehrfache Tränkung mit Wasserglas genommen. Da sich das Wasserglas selbst im Trocknen langsam zersetzen soll zu Kieselsäure und ausblühendem Alkali-Carbonat, überzieht man nach völliger Austrocknung den imprägnirten Untersatz an der ganzen Oberfläche mit einem gut schützenden Firniss.

Die Glasscheibe d d zwischen Stufe und Untersatz hindert eine chemische Einwirkung der beiden Substanzen auf einander; sie darf aber nicht dicht auf dem Untersatze aufliegen, sondern muss durch 3 Stückchen Pappe oder Holz e e 2—3 Mm. davon entfernt gehalten werden, damit die Stufe auf keinen Fall mit etwa übersteigendem Quecksilber in chemische Wechselwirkung trete.

Hat die Glasglocke den mittleren Durchmesser des 7 Mm. tiefen und 5—6 Mm. breiten Falzes, so wird sie sich nirgends am Holze klemmen, sondern auf dem Quecksilber, womit der Falz halb gefüllt ist, schwimmen und beweglich sein.

Bei abgesprengten, nicht abgeschliffenen Glasglocken, in denen

Digitized by Google

die schwere Masse ungleich zum Rande vertheilt ist, wird wohl niemals eine so aufgelegte, frei schwimmende Glocke einen völlig dichten Verschluss haben, weil das schwere Quecksilber die leichte Glocke nur sehr wenig eintauchen lässt. Man muss deshalb die Luft im Innern der Glocke soviel verdünnen, dass das Quecksilber im Falze innerhalb der Glocke höher steht als ausserhalb, wie im Holzschnitte gezeichnet ist. Steht das Quecksilber innerhalb so hoch als der Falz tief ist, so kann der Glasrand Einbuchtungen bis 6 Mm. haben und trotzdem die Glocke luftdicht schliessen. Eine normale Glasglocke hat dann sogar rings herum einen luftdicht schliessenden Rand von 9—11 Mm. (innen, unten und aussen).

Ist die Luftverdünnung im Innern der Glocke richtig abgepasst im Verhältnisse zum Falz, zur Quecksilbermenge, zur Grösse der Glocke und Stufe, so setzt sich die Glasglocke durch den Luftdruck unverrückbar fest auf den Boden des Falzes auf und das Quecksilber steigt von aussen nach innen, so dass man sowohl beim Anfassen der Glocke, als auch am Stande des Quecksilbers sofort erkennen kann, ob die Glocken noch luftdicht schliessen. Die Controlle hierüber in den Sammlungen ist mithin eine ungemein rasche und mühelose. Die vor 4 Monaten so vom Vortragenden montirten Glocken mit Salzen darunter zeigen heute noch diesen Stand, mithin den unausgesetzt luftdichten Verschluss; die eingeschlossenen Salze können sich also nur soweit chemisch verändert haben, als es die erste zugleich mit eingeschlossene geringe Luftmenge gestattet.

Die Verdünnung der Luft in der Glocke beim Schliessen des Apparates erfolgt sehr leicht durch Erwärmen der Glasglocke vor dem Aufsetzen. Bis sich die Glocke abgekühlt hat, was durch Auflegen von Lappen mit Alkohol oder Aether getränkt sehr beschleunigt werden kann, hat man sie fest auf den Holzuntersatz zu drücken, damit beim Abkühlen mit dem Quecksilber nicht etwa Luft nachdringe. Hat man die Luft in der Glocke zu stark verdünnt, so kann es wohl vorkommen, dass beim Abkühlen das Quecksilber aus dem inneren Theile des Falzes überfliesst auf die Oberfläche des Untersatzes, oder dass, wenn dabei nicht Quecksilber in den äusseren Theil des Falzes nachgefüllt wird, durch von aussen nach innen eindringende Luft Quecksilber in die Glocke spritzt. Damit dieses Quecksilber nicht die Stufe berühre, liegt letztere auf der schwebenden Glastafel.

Ungleich besser und sicherer würde der Apparat sein, wenn man sich die Untersätze von Glas oder Porzellan anfertigen liesse, denn es wäre immerhin möglich, dass der aus organischem Materiale gefertigte Untersatz trotz der unorganischen Tränkung, oder dass die darüber liegende Firnissschicht in langen Zeiträumen bemerkbare Mengen Wasserdampf diffundiren liesse wie Kork, Kautschuk, Talg. Das müssen fernere Beobachtungen zeigen.

Digitized by Google

Ob in diesen Apparaten sich Substanzen halten, welche an der Luft Wasser abgeben, z. B. Soda, oder welche Sauerstoff aufnehmen, z. B. Markasit und Pyrit, oder Andere, müssen Versuche entscheiden. In diesem günstigen Falle wäre es den Paläontologen mit dieser Methode möglich, die seltenen und werthvollen aber rasch verderbenden organischen Reste im Dysodil der rheinischen Braunkohlenbildungen in Sammlungen zu erhalten.

Herr Oberförster Melsheimer aus Linz a. Rh. machte folgende botanische Mittheilungen.

1) Er legte eine monströse Traube von *Vitis vinifera* L. (Spätburgunder) aus dem Weinberge des Simeon Lurtz zu Linzhausen vor. Die Spindel ist gleich ihrer Verzweigung normal. Die Kronblätter haben sich nicht, wie dies sonst geschieht, unten an der Scheibe abgelösst, sondern oben von einander getrennt und sitzen am Rande jener als kahnförmige, grüne Blättchen. Die Filamente sind ebenfalls in grüne Blättchen umgewandelt und sitzen als solche über dem Rande der noch sichtbaren Scheibe. Das Ovarium ist stielartig verkümmert und trägt die an ihrem oberen Rande mit grünen Blättchen umgebene Narbe, aus welcher ein, bei 1—2 Mm. sich in mehrere kurze Stielchen theilender Spross hervorragt. Die Stielchen des Sprosses sind mit dichten zusammenschliessenden, runde Knäuel bildenden, blattartigen Schuppen besetzt. Die Rispe hat deshalb das Ansehen einer unausgewachsenen Weintraube, wobei die gehäuften Knäuel die Beeren repräsentiren. Der Stock steht östlich von Linzhausen in einer nördlichen Bergwand, im Thonschieferlehm, des rheinischen Schiefergebirges, annähernd 70 Meter über'm Niveau der Nordsee. Derselbe theilt sich nahe am Boden in 2 Aeste von 3 bis $3^1/_2$ Ctm. Durchmesser, von denen der schwächere nur Reben mit gesunden, der stärkere aber 2 solcher mit nur monströsen und eine mit nur gesunden Trauben zeigte. Man kann nicht sagen, dass die Reben mit den monströsen Trauben sich von denen der gesunden der Rinde und dem Holze nach unterscheiden, wohl aber fällt ein Unterschied derselben in der Belaubung schon bei oberflächlicher Betrachtung des Stockes auf: nämlich die Blätter der ersteren sind durchschnittlich nur wenig, oft kaum angedeutet 5lappig, wohingegen diejenigen der letzteren meist tief buchtig 5lappig erscheinen. Weil die Monstrosität bereits ihre ganze Ausbildung erlangt hatte, als ich durch die Güte des Herrn Apothekers Mehlis zu Linz darauf aufmerksam gemacht wurde, konnte ich leider über deren successives Zustandekommen keine Beobachtungen anstellen. Da aber der Besitzer des Weinstockes mir versicherte, die Missbildung seit dem Jahre 1872, wo er Eigenthümer des betreffenden Weinberges geworden, jedes Jahr beobachtet zu haben, so kann man wohl auf eine Wiederkehr derselben im

Digitized by Google

nächsten Jahre schliessen und habe ich deshalb zum Zwecke der alsdann anzustellenden Untersuchungen die 2 Reben der monströsen Trauben bezeichnet. Es wird alsdann festgestellt werden können, zu welcher Zeit sich die Petala über der Narbe von einander trennen, wann die Filamente sich blattartig zu vergrünen beginnen und wann sie ihre monströse Ausbildung erlangen; ob dieselben keine Antheren oder solche ohne oder mit leerem eventuell gutem Pollen tragen, endlich den Hergang der Entstehung der Narbenblättchen, des Narbensprosses mit seiner Verzweigung und blattartigen Schuppenbildung; worüber ich mir weitere Mittheilung vorbehalte. Es wird noch hierzu bemerkt, dass die monströsen Trauben, von denen sich über 20 Stück an dem Stocke befanden, in diesem Jahre in Linz und der Umgegend unter den Winzern grosses Aufsehen erregt haben und dass von den vielen, welche sie mit Bewunderung betrachtet, sich keiner erinnern konnte, jemals ähnliche Gebilde an einem Weinstock wahrgenommen zu haben.

2) Ueber zwei an einem Rindenstück zusammensitzende, aus Adventivknospen sich entwickelte Früchte von *Prunus Armeniaca* L. Die beiden Früchte haben sich aus den Adventivknospen eines Astes an einer Stelle entwickelt, wo derselbe bei 24 Ctm. Umfang zweig- und blattlos war. Zur Blüthezeit im April dieses Jahres zeigte der Baum an vielen Stellen der Rinde stärkerer und schwächerer Aeste aus solchen Knospen hervorgegangene Blüthen, welche fast alle befruchtet worden sind und Früchte angesetzt haben. Diese Früchte kamen bis auf die beiden, etwa im halbausgewachsenen Zustande mit dem Rindenstocke abgenommenen, alle zur Reife und waren an Grösse, Farbe und Geschmack nicht von den übrigen des Baumes zu unterscheiden. Im vorigen Jahre trug der Baum aussergewöhnlich viele Früchte, welche noch nicht halb ausgewachsen, durch Spätfrost zu Grunde gingen. In diesem Jahre wurde der grösste Theil der gewöhnlichen Blüthenknospen vor dem Aufblühen von den Sperlingen abgebissen, weshalb die Verzweigung der Baumkrone nur verhältnissmässig wenig Früchte getragen hat. Es scheint nun, als ob das Erwachen der Adventivknospen zu Blüthen der Anhäufung der im vorigen Jahre durch das Erfrieren der jungen Früchte nicht zur Verwendung gekommenen aufgespeicherten Fruchtbildungsstoffe zuzuschreiben sei, und als ob diese in den Adventivknospen Wege zu ihrer Verwerthung gesucht und gefunden hätten, womit auch die Thatsache übereinstimmt, dass Bäume und Sträucher, denen man die Blüthen abnimmt, im folgenden Jahre reichlicher als gewöhnlich blühen, oder aber, wenn man ihnen die eben angesetzten Früchte nur theilweise lässt, diese dann bis zur Reife grössere Dimensionen annehmen, als wenn ihnen alle Früchte belassen bleiben.

Digitized by Google

Derselbe über einige neue Standörter der Flora von Neuwied und Umgegend.

Es wurden vorgezeigt:

1) *Crepis nicaeensis* Balbis. Die gewöhnliche Form mit schrotsägeförmigen Blättern und eine Varietät derselben, deren Blätter nur schwach gezähnt bis ganzrandig erscheinen. Dieselbe kommt in beiden Formen auf einer Wiese bei Leubsdorf vor und ist wahrscheinlich daselbst mit fremdem Grassamen eingeführt worden. Dr. Wirtgen fand die Pflanze im Jahre 1860 auf einer Wiese bei Uelmen in der Eifel und vermuthete, dass dieselbe dorten nicht mit Grassamen eingeschleppt worden sei, worüber er im Jahre 1869 in den Verhandlungen unseres Vereinsblattes Seite 70 Mittheilung machte.

2) Eine Rose, welche im Wiedbach- und Anxbachthale vorkommt. Nach der gefälligen Bestimmung von Prof. Grisebach ist es *Rosa fraxinifolia* Borkhausen *(Rosa blanda* Jacquin), welche aus Nordamerika als Gartenflüchtling sich zuerst im Belgischen zeigte, und sich dort allmälig einzubürgern beginnt. Dieser Standort an der Wied ist also der erste in Deutschland.

3) *Lobularia maritima* Desvaux. Seit dem Jahre 1872 bei Remagen auf Aeckern. Sie scheint daselbst sich erst nach der Ernte zu entwickeln, denn vor Mitte October habe ich sie nicht blühend gefunden, von da an aber bis in den Dezember hinein. Diese an sandigen Uferstrecken des Adriatischen und Mittelländischen Meeres, auf Corsica, bei Avignon und Aix im südlichen Frankreich und bei Fiume vorkommende Pflanze, scheint ihrer schönen weissen, sehr wohlriechenden und spät in den Herbst hinein erscheinenden Blüthen halber zuerst verschiedene Blumenbeete der rheinischen Gärten geschmückt zu haben und dann verwildert zu sein. Vor 1872 ist dieselbe zu Bornhofen verwildert angetroffen worden, demnächst fand ich sie in den Anlagen am Rheine zu Coblenz und auf Blumenbeeten zu Arienheller. Vermuthlich ist ihr Same zuerst durch einen Klostergeistlichen an den Rhein gekommen, wofür die beiden Standörter zu Bornhofen und Remagen sprechen dürften; bestimmt wurde sie in vorigem Jahre durch meinen Freund Becker in Bonn.

4) *Nymphaea alba* L. Im Jahre 1871 in einem Rheintümpel oberhalb der Ahr. Sie kam daselbst wegen oft erfahrener Störungen seitens der Fischer nicht zum Blühen und verschwand in selbem Jahre wieder. Von 1872 bis 1874 fand ich sie in einem Tümpel oberhalb Kripp am linken Ahrufer, mit ganz enorm grossen Blättern und in diesem Sommer mit eben solchen Blättern und verhältnissmässig grossen Blüthen. Von den beiden hier vorgelegten Blättern, welche dem Standorte an der Ahr entnommen und im frischen Zustande gemessen worden sind, war das eine 40 Ctm. lang und 37 Ctm. breit, das andere 39 Ctm. lang und 32 Ctm. breit. Die Blüthen

Digitized by Google

hatten einen Durchmesser von 16 Ctm., wohingegen die Pflanze im Laacher See nur Blätter von 19 Ctm. Länge und 16 Ctm. Breite und Blüthen von 9 Ctm. Durchmesser zum Vorschein bringt. Zu welcher Form die Pflanze von der Ahr den Früchten nach gehört, konnte ich nicht feststellen, weil die Blüthen jedenfalls ihrer Neuheit an diesem Standorte und ihrer Schönheit wegen, stets vor ihrem Verblühen abgebrochen worden sind. Vielleicht ist das Ahrwasser, zu welchem sich bekanntlich viele warme, kohlensäurehaltige Quellen ergiessen, die Ursache des so sehr üppigen Wuchses dieser Pflanze, welche ganz in der Nähe in dem Rheintümpel doch nur Blätter von der Grösse wie sie im Laacher See vorkommen, entwickelt hatte.

Herr Professor Troschel gab eine Uebersicht über die allmählich veränderten Ansichten der Naturforscher über die Fortpflanzung der Aale, um zu zeigen, wie schwierig es oft sei, die Wahrheit über nahe liegende Erscheinungen zu ermitteln, und wie die subjectiven Ansichten der Beobachter Deutungen hervorriefen, die dem Erkennen der objectiven Wahrheit hinderlich wären.

Während Aristoteles meinte, dass die Aale aus Würmern entständen, die sich aus Schlamm erzeugten, behauptete Plinius, dass die Aale ihre Haut abstreiften, und dass aus dieser die jungen Aale entständen. Albertus Magnus (1254) will gehört haben, dass die Aale auch lebendig von den Aalen selbst geboren würden. Rondelet (1555) lässt die Aale nicht allein aus fauliger Materie, sondern auch aus Eiern auf geschlechtliche Weise entstehen; ähnlich Conrad Gesner (1558). Malpighi (1656) erklärte die Eierstöcke für Fettmassen. Redi (1684) will von der Entstehung der Aale aus faulenden Stoffen nichts wissen, weist auch das Lebendiggebären zurück, indem die sogenannten jungen Aale Eingeweidewürmer seien, nnd behauptet, dass sich die Aale, wie die meisten anderen Thiere, mittels Eier fortpflanzen. Leeuwenhoek (1692), Georg Elsner und Vallisneri (1710—1733) scheinen Eingeweidewürmer für junge Aale, und die Schwimmblase für den Uterus genommen zu haben. Auch Linné (1750) behauptet, die Aale seien lebendig gebärend. — Mundini (1783) und Müller (1783) brachten diese Angelegenheit in ein neues Stadium, indem sie fast gleichzeitig die wahren Eierstöcke gefunden und erkannt hatten, wogegen jedoch Spallanzani opponirte. — In diesem Jahrhundert hat Rathke die Eierstöcke beschrieben, was von Einigen bestätigt wurde, aber es bestanden noch immer Zweifel, ob die Eier abgelegt oder als lebendige Jungen geboren würden; ja v. Siebold hält es noch 1863 für möglich, dass bei den Aalen Parthenogenesis vorkäme. — Erst in den letzten Jahren hat die Fortpflanzung der Aale von Neuem

Digitized by Google

die Aufmerksamkeit der Forscher erregt, indem Ercolani (1872) einerseits und Crivelli und Maggi (1872) anderseits glaubten, ausser den Eierstöcken auch noch Hoden in den Aalen gefunden zu haben, wonach sie diese Fische für Zwitter erklärten. Dies erschien nicht unwahrscheinlich, zumal das Zwitterthum bereits durch Cuvier für mehrere Fische angegeben und später von anderen Ichthyologen bestätigt war; indessen waren doch manche Zoologen ungläubig. Es dauerte auch nicht lange, da trat Syrski in die Frage ein (1874), und gab ihr eine neue Richtung. Er fand nämlich, dass nicht die grossen Aale, die man früher als besonders geeignet, weil sie wohl geschlechtlich am meisten entwickelt seien, als Untersuchungsmaterial benutzt hatte, Aufschluss zu geben im Stande wären. Gerade bei kleineren Aalen fand er an derselben Stelle, wo die Eierstöcke gelegen sind, abweichende Organe, die er sich berechtigt hält, für die männlichen Zeugungsorgane zu halten, obgleich es ihm nicht gelungen ist, die Spermatozoiden nachzuweisen. Syrski ist demnach der Ansicht, dass die männlichen Aale niemals die Grösse der weiblichen erreichen, was ja auch von zahlreichen anderen Thieren bekannt ist, und dass die Ursache, weshalb man bisher nach den männlichen Organen vergeblich geforscht habe, wesentlich darin liege, dass man die kleineren Aale unbeachtet gelassen hat. Er hat damit das Zwitterthum der Aale wieder abgewiesen, ist also gewiss einen bedeutenden Schritt der Wahrheit näher gekommen. Freilich ist damit die ganze Frage noch lange nicht abgethan. Ob lebendig gebärend oder eierlegend, ob bei allen Arten der Aale übereinstimmend, ob in den verschiedenen Ländern gleichmässig, das wird immerhin noch zu ermitteln sein, und es steht zu hoffen, dass Zoologen, denen an den Küsten des Meeres günstige Gelegenheit gegeben ist, dem Fortpflanzungsgeschäft dieser Fische weiter nachzuforschen, es bald gelingen wird, weitere Aufschlüsse in dieser wieder brennend gewordene Frage zu erlangen.

Herr Prof. vom Rath machte einige Mittheilungen über die Geologie des östlichen Siebenbürgen, namentlich über das Syenitgebirge von Ditro und über das Trachytgebirge Hargitta.

Wie durch mächtige Gebirgswälle — das siebenbürgische Erzgebirge, die Karpathen und die transsylvanischen Alpen — das Grossfürstenthum Siebenbürgen umschlossen und von den umliegenden Ländern mehr als irgend ein anderer Theil des Continents geschieden wird, so sind die östlichen Thalschaften auch ihrerseits wieder durch hohe Gebirge vom mittleren und westlichen Siebenbürgen getrennt, in Folge dess sich hier, an der moldauischen Grenze, ganz eigenthümlich gestaltete hohe Thalebenen entwickeln, welche durch sehr breite Gebirgsrücken umfasst werden. Diese umwallten

Digitized by Google

Hochebenen, welche einen auffallenden Gegensatz zu den nahen Tiefebenen der Moldau-Walachei bilden, verdanken ihre Entstehung der Hargitta-Kette, dem grössten Trachytgebirge Europa's, und seiner südlichen Fortsetzung, dem Persanyer Gebirge, welches die orographische Verbindung mit den transsylvanischen, und zwar den Fogarascher Alpen herstellt. In ähnlicher Weise wie im nördlichen und nordöstlichen Ungarn auf der Innenseite des grossen Karpathen-Bogens Trachytgebirge emporbrachen, die Massen von Schemnitz-Kremnitz, die Hegyallya, die Berge von Nagy-Banya und Sigeth, so bezeichnet auch die Hargitta den Innenrand des Karpathenkreises, welcher in mehreren Parallelketten südöstlich, dann südlich und endlich mit schneller Biegung gegen West zieht. Von diesen Trachytmassen ist die Hargitta nicht nur die ausgedehnteste, sondern zugleich auch bezeichnet durch den deutlich ausgesprochenen Charakter eines Kettengebirges. Zwischen Hargitta und Karpathen liegen, fast ebenso sehr geschieden vom Westen wie vom Osten, die hohen Thalebenen: die Gyergyo, die obere und untere Csik, die Ebene der drei Stühle oder die Haromszek nebst dem Burzenland. Diese Landschaften werden von einander getrennt durch Querriegel, welche die Verbindung der Hargitta mit den Karpathen herstellen. So werden durch die Höhen der Magos die Ebenen der Gyergyo und der Csik geschieden, durch das Gebirge Büdösch die Csik von Haromszek und Burzenland. Während gegen Nord, Ost und Süd das Gebirge einen geschlossenen Wall und die Wasserscheide bildet, öffnen sich die genannten Thalschaften nach Westen, gegen das tertiäre Hügelland des centralen Siebenbürgens in den beiden engen Erosionsthälern der Marosch und des Alt, durch welche einst die Hochseen, als deren Becken die Gyergyo, Csik und Haromszek sich darstellen, ihren Abfluss fanden.

Die Gyergyo, die nördlichste der ostsiebenbürgischen hohen Thalebenen besitzt eine Länge (Süd-Nord) von 80 Kilom. bei einer zwischen 7 und 15 Kilom. wechselnden Breite. Die mittlere Höhe beträgt etwa 780 m. In den die Gyergyo umfassenden Bergen liegen die wasserreichen Quellen der beiden grössten Flüsse des Landes, der Marosch und des Alt. Während die westliche und südliche Umwallung ausschliesslich durch die trachytischen Gesteine gebildet wird, welche einen überaus allmälig, doch zu bedeutender Höhe (Mezö-Havas 1769 m.) aufsteigenden Rücken darstellen, erheben sich gegen Ost und Nord ältere Gesteine, Syenit und Glimmerschiefer.

Das Syenitgebirge von Ditro bildet von Gyergyo Szt. Miklos über Szarhegy und Ditro bis nördlich des Orotvabachs die nordöstliche Begrenzung der Ebene; es erhebt sich sehr sanft bis zu dem flachgewölbten Gipfel, dem Piritschke, 1545 m., welcher die Ebene an seinem Fusse demnach etwa 815 m. überragt. Gegen Ost und

Digitized by Google

Nord ist das Ditroer Gebirge nicht scharf getrennt von den Schiefergebirgen, welche hier den Hauptrücken der Karpathen bilden. Die Basis des Ditroer oder Piritschke-Gebirges, wenn wir dieselbe nach der Verbreitung der syenitischen Gesteine bestimmen, misst von Südost-Nordwest 20 bis 21, von Südwest-Nordost 7 bis 8 Kilom. Diese ansehnlichen horizontalen Dimensionen bedingen mit Rücksicht auf die geringe relative Erhebung von wenig über 800 m. die sanftgewölbte. wenig imponirende Gestalt des Gebirgs. Die Syenitmasse von Ditro stellt sich trotz ihrer nicht sehr bedeutenden Höhe als eine Art Centralgebirge dar, indem sie von zahlreichen radialen Thälern zerschnitten wird. Diese Thäler münden mit breiter Oeffnung zur Ebene, so dass diese letztere weit in das Gebirge hineinzieht. Das Ditro-Thal (Ditro-Patak) z. B. ist so weit, dass man im Zweifel bleibt, wo man die Grenze zwischen der Gyergyo-Ebene und der Thalsohle setzen soll. Erst nachdem man dem Thale etwa eine Stunde aufwärts gefolgt ist, rücken die Thalgehänge nahe zusammen und anstehende Felsen werden sichtbar. An den untern sanften Gehängen des Gebirges ziehen die bebauten Fluren weit hinauf, die Höhen sind vorzugsweise mit Nadelholz bestanden. Die angedeuteten Thatsachen machen es erklärlich, dass man auf weite Strecken vergeblich nach anstehendem Gesteine sucht. — Die Ausflüge, welche in Begleitung des Herrn Prof. A. Koch aus Klausenburg, sowie seines Bruders und der Studirenden Ferenzi, Baiko und Mescei aus Ditro mir in diesem Gebirge vergönnt waren, beschränkten sich auf einen Besuch des Ditro-Patak's, sowie des Taszok-Patak's, einer Schlucht, welche vom Köszreszhavas gegen das Orotva-Thal, im nördlichen Theil des Gebirgs, herabzieht.

Ein werthvoller Führer im Gebirge von Ditro war uns die verdienstvolle Schrift des Dr. Franz Herbich »die geolog. Verhältnisse der nordöstlichen Siebenbürgens«, Pest 1878, nebst einer geolog. Karte im Maassstabe von 1 Wiener Zoll = 4000 Wiener Klafter; während das vortreffliche Werk von v. Hauer und Stache »Geologie Siebenbürgen's« über alle Theile des Landes uns erwünschteste Auskunft gab.

Das Ditroer Gebirge besteht aus den schönsten Gesteinen, welche die plutonischen Kräfte nur irgendwo hervorgebracht haben; die ausgezeichnetsten sind: der Nephelinsyenit oder Miascit und der Sodalithsyenit oder Ditroit. Der Miascit setzt die Hauptmasse des Gebirges zusammen und findet sich in prachtvollen Abänderungen namentlich im Ditro-Patak. Das Gestein besteht aus einem Gemenge von grauem bis grünlichgrauem, fettglänzendem Nephelin (Eläolith), weissem Feldspath und Oligoklas, schwarzer Hornblende nebst Biotit, Zirkon, Titanit, Magneteisen, Eisenkies. Das Gemenge ist theils grob-, theils kleinkörnig. Unter den Geröllen des Ditro-Patak findet man faustgrosse Stücke, welche fast ganz aus Nephelin mit nur

Digitized by Google

wenig Feldspath bestehen. Der Nephelin ist immer nur in unregelmässig begrenzten Körnern vorhanden. Sehr häufig findet man grosse Blöcke, in denen Nephelin und Feldspath in 2 ctm. grossen Körnern vorhanden sind, während Hornblende und Glimmer mehr zurücktreten. (Feldspath und Oligoklas sind gewöhnlich auf das Innigste verwachsen.) Andere Varietäten sind reich an Hornblende in bis 3 ctm. grossen Krystallen. Die Blättchen des Biotits sind theils der Hornblende eingewachsen, theils umsäumen sie dieselbe. Die hornblendereichen Abänderungen sind zugleich reich an Titanit, dessen Vorhandensein dem grobkörnigen Gestein ein prächtiges Aussehen verleiht. Kaum möchte ein Gestein gefunden werden, welches einen ähnlichen Reichthum an Titanit aufweist, wie gewisse Varietäten des Ditroer Miascits. Die Krystalle, bis 8 mm. gross, haben die gewöhnliche Form des syenitischen Titanits mit dem herrschenden Prisma $n = (^2/_3 P2)$. Die Titanite sind nicht selten schaarenweise vertheilt, so dass gewisse Partien eines Felsblocks sehr reich, andere nur spärlich damit erfüllt sind. In Folge der Verwitterung nimmt der Miascit eine eigenthümliche Oberflächenskulptur an, indem der leichter verwitternde Nephelin vertiefte Partien bildet, über welchen der meist in geringerer Menge vorhandene Feldspath leistenartig hervorragt. Diese Verwitterungsform, bedingt durch das sehr verschiedene Verhalten des Feldspaths und des Nephelins gegen Lösungsmittel, ist so bezeichnend, dass man das Gestein anderselben sogleich erkennt. Die grobkörnigen typischen Varietäten besitzen eine durchaus massige Absonderung, während bei den hornblende- und glimmerreichen ein schiefriges Gefüge eintritt und in dieser Weise sich Uebergänge in einen Nephelin-führenden Hornblendegneiss bilden, dessen Straten im oberen Ditro-Patak eine verticale Stellung zeigen. Der Miascit, von G. Rose im Ilmengebirge entdeckt, ist bekanntlich ein nur auf wenige Punkte der Erde beschränktes Gestein. Ein neues Vorkommen desselben — nicht etwa nur in Gängen, sondern in ausgedehnten Massen — fanden die HH. Brögger und Reusch[1]) unfern Laurvig.

[1]) Die genannten Herren hatten die Güte, mir über diese bisher nicht bekannte Fundstätte des Miascits folgende briefliche Mittheilung zu senden: »Schon im Jahre 1874 wurden wir auf einer Reise durch den »Zirkonsyenit-Distrikt« darauf aufmerksam, dass etwa eine halbe Meile nördlich von Laurvig die Prellsteine an der Strasse aus Eläolith-Syenit, verschieden von dem nicht selten gangartig vorkommenden Eläolith-haltigen Syenit, bestehen. Was uns damals nicht glückte, die Auffindung des Gesteins in anstehenden Felsen, gelang uns im Sommer 1875, indem wir, auf dem Hauptwege von Laurvig nach Kongsberg reisend, ungefähr $^3/_4$ Meilen von ersterer Stadt entfernt den Eläolithsyenit (Miascit) als herrschende Bergart in grösserer Ausdehnung fanden. Das Gestein ist meist grobkörnig, zuweilen mit einer Neigung zum Porphyrartigen. Die Grösse der Gemengtheile Eläolith und Feldspath beträgt 15—30 Mm.

Digitized by Google

Während der typische Miascit des Ditro-Gebirges keinen Sodalith führt, tritt dies Mineral in gewissen Varietäten zunächst als accessorischer, dann als wesentlicher Gemengtheil neben dem Nephelin hervor, welch letzterer alsdann auch sehr zurücktreten kann. In dieser Weise geht der Nephelin-Syenit über in Sodalith-Syenit oder Ditroit, welcher durch die schön blaue Farbe eines der herrschenden Gemengtheile die Aufmerksamkeit in hohem Grade auf sich zieht. Der blaue Sodalith von Ditro, zuerst für Lasurstein gehalten, wurde im Jahre 1859 von Dr. Herbich aufgefunden und zwar im Taszok-Patak. Die Bestimmung als Sodalith geschah auf Grund einer zweiten Analyse C. von Hauer's. Ausser den beiden vorherrschenden Gemengtheilen, Feldspath und Sodalith, enthält der Ditroit, Oligoklas, Nephelin, Biotit, Hornblende, Zirkon, Titanit, Cancrinit, Pyrochlor, Magneteisen, Eisenkies; nach Tschermak auch Wöhlerit. — Der Feldspath, theils von weisser, theils von lichtgelblicher Farbe, zuweilen eine Grösse von 8 ctm. erreichend, ähnelt in etwa dem Feldspath aus dem Syenit von Laurvig. Wie bei diesem, zeigt auch der Ditroer Feldspath die Spaltungsflächen parallel dem Klinopinakoid M von jener rhomboidischen Gestalt, zufolge des Vorherrschens der Fläche y, $2P\infty$. Auch findet bei diesem Feldspath dieselbe innige Durchdringung mit einem Plagioklas (Oligoklas) statt, auf welche früher bei den Syeniten des Monzoni und von Laurvig hingewiesen wurde. Es gelingt nicht, wie schon die Lupe, deutlicher das Mikroskop beweist, den Feldspath vollkommen rein vom Plagioklas auszusuchen, dessen feingestreifte Partien an zahlreichen Stellen der ebenen Spaltungsflächen des Feldspaths sich bemerkbar machen. Möglichst rein ausgesuchtes Material ergab folgende Zusammensetzung:

Lichtgelblicher Feldspath aus dem Ditroit.

Spec. Gew. 2,569.

		ox.		
Kieselsäure	65,28	=	34,81	
Thonerde	19,57		9,13	
Kalk	1,30		0,37	3,10
Kali	6,92		1,17	
Natron	6,04		1,56	
Glühverlust	0,32			
	99,43			

Sauerstoffproportion = 1,018 : 3 : 11,488.

Es reiht sich dieser Feldspath demnach an die früher von

Bisweilen auch kleinkörnig. Der Feldspath ist perlgrau, von ähnlicher Beschaffenheit wie im normalen Syenit von Laurvig; der Eläolith ist roth bis röthlichbraun. Ausserdem feinschuppiger braunschwarzer Glimmer und ein schwarzes unbestimmtes Mineral, vielleicht Diallag; beide auch im normalen Syenit vorkommend. Eine eigenthümliche Verwitterung kennzeichnet den Eläolithsyenit.«

Digitized by Google

mir analysirten aus dem Syenit von Laurvig und vom Monzoni. Der Oligoklas ist theils in getrennten Körnern vorhanden, theils dem Feldspath in regelmässiger Verwachsung als feinste Partikel eingeschaltet. Der Sodalith von schöner, bald licht-, bald dunkelblauer Farbe, nicht in ausgebildeten Krystallen, gewöhnlich nicht einmal in scharf begrenzten Körnern. Häufig zeigen die Sodalithpartien verwaschene Grenzen; nicht selten bildet das blaue Mineral auch aderförmige Partien, welche mehr als 10 ctm. fortsetzend, das Gestein durchziehen. Dies Vorkommen, sowie namentlich die Wahrnehmung, dass der Sodalith sich in der Nähe von Klüften reichlicher ausscheidet als inmitten des körnigen Gemenges, scheinen darauf hinzudeuten, dass dies Mineral nicht in gleicher Weise primitiver Entstehung ist, wie Feldspath und Nephelin. Wenn der Sodalith in reineren, zugleich durch die dunkelblaue Farbe bezeichneten Partien (bis 2 ctm. gr.) auftritt, so zeigt er die charakteristische dodekaëdrische Spaltbarkeit. U. d. M. zeigt dieser Sodalith eine sehr grosse Menge porenähnlicher Gebilde, welche bereits von Prof. Rosenbusch im blauen Sodalith von Miask bemerkt und als Flüssigkeitseinschlüsse mit beweglichen Libellen erkannt wurden (Mikroskop. Physiogr. S. 171). Ich bestimmte das spec. Gew. sehr reinen homogenen Sodaliths = 2,322. Genaue Analysen wurden vor Kurzem durch Prof. Fleischer in Klausenburg ausgeführt und im »Erdélyi Museum« publicirt:

	Blauer Sodalith von Ditro.							Mittel.
Chlor	6,08	—	—	—	—	—	—	6,08
Kieselsäure	—	38,80	38,14	38,95	38,78	—	—	38,66
Thonerde	—	32,73	32,31	32,96	33,84	—	—	32,81
Kalk	—	—	0,95	0,99	0,90	—	—	0,95
Kali	—	—	—	1,02	1,06	—	—	1,04
Natron	—	—	—	13,71	12,84	—	—	13,28
Natrium	—	—	—	3,93	3,93	—	—	3,93
Wasser	—	—	—	—	—	2,59	2,13	2,36
								99,11

Der Sodalith von Ditro ist demnach ähnlich zusammengesetzt wie derjenige aus dem Ilmengebirge. An Reichthum des Vorkommens kann sich keine andere Fundstätte des Sodaliths mit Ditro messen, wenngleich die Analogie mit den Gesteinen des Ilmengebirgs, sowie denen von Brevig, Litchfield in Maine, Salem in Massachussets sehr gross ist. Bei der eigenthümlichen Gestaltungsweise des Sodaliths von Ditro, zum Theil in Schnüren und Adern, welche eine sekundäre Entstehung fast zweifellos machen, bietet sich die Frage, ob derselbe vielleicht aus Nephelin durch Einwirkung von Chlornatrium-Lösungen entstanden sei? deren Beantwortung ferneren Untersuchungen vorbehalten bleiben muss. Die Association jener beiden

Digitized by Google

Mineralien, welche in chemischer Hinsicht wesentlich nur durch das Vorhandensein oder Fehlen des Chlornatrium sich unterscheiden, findet sich auch bei neueren vulkanischen Gesteinen, namentlich den vesuvischen Laven wieder. Dort unterliegt es kaum einem Zweifel, dass der Sodalith ein Erzeugniss der Einwirkung des Meerwassers auf den Nephelin ist. — Den Cancrinit wies Haidinger im Ditroit nach; eine Analyse von Prof. Tschermak ergab: Kohlensäure 5,2; Kieselsäure 37,2; Thonerde 30,3; Kalk 5,1; Natron 17,4; Wasser 4,0. Spec. Gew. 2,42. Der Cancrinit im Ditroit ist von lichtröthlicher Farbe, bildet keine scharf begrenzten Körner, sondern Partien mit verwaschenen Grenzen. Die Ausbildungsweise des Cancrinit im Ditro-Gesteine macht es fast zweifellos, dass er durch Einwirkung kohlensäure-haltigen Wassers auf Nephelin entstanden ist. Dieselbe Association von Cancrinit mit blauem Sodalith findet sich bei Miask, Brevig, Lichfield. Der schwarze Biotit ersetzt in den Sodalith-reichen Varietäten die Hornblende fast vollkommen. Das Magneteisen tritt besonders deutlich auf der geschliffenen Oberfläche hervor. Der Zirkon von brauner Farbe, in der Combination der herrschenden Grundform mit dem untergeordneten Prisma, scheint im Ditroit den Titanit theilweise zu ersetzen, wenigstens findet sich dies letztere Mineral im blauen Gesteine sehr viel seltener, als im Miascit. Der Pyrochlor zeigt sehr kleine braune, lebhaft glänzende Körnchen. Der Ditroit bildet im Piritschke-Gebirge nicht etwa gangförmige, den Miascit durchbrechende Massen, wie es früher wohl geglaubt wurde, sondern innig mit dem herrschenden Gesteine durch Uebergänge verbundene, örtliche Modificationen ohne bestimmte Lagerungsformen. Wir fanden dies schöne und merkwürdige Gestein zunächst in vereinzelten, dann in zahlreichen Geröllen als wir dem Ditro-Patak aufwärts folgten; bald trafen wir dasselbe auch in mächtigen anstehenden Felsen am linken Gehänge des Thals, nahe dem Punkte, wo dasselbe die Wendung gegen Südost beschreibt. Das Gestein sondert sich in grosse, nahe verticale, unregelmässige Platten ab. Die grössere Anhäufung des blauen Gemengtheils in der Nähe der Gesteinsablösungen konnten wir hier deutlich wahrnehmen. Höher im Thale hinauf tritt hornblendereicher Syenit, sowie Hornblendefels und -schiefer auf; darunter ein prachtvolles Hornblendegestein, ganz erfüllt mit 1 ctm. grossen braunen Titanit-Krystallen. Nach Dr. Herbich hat die Ditroitpartie im oberen Ditro-Patak eine ostwestliche Ausdehnung von etwa 2 Kilom. Ein zweites Vorkommen des Gesteins befindet sich nach der Herbich'schen Karte ungefähr 4 Km. östlich von Ditro. Hier gelang es uns nicht, den Ditroit zu beobachten, da bebaute Fluren diesen Theil der Gebirgsgehänge fast gänzlich bedecken. Der Gipfel des Piritschke selbst besteht zufolge Herbich aus Ditroit, welches Gestein in diesem höchsten Theil des Gebirgs zugleich seine grösste räumliche Ver-

Digitized by Google

breitung von etwa 4 Km. gewinnt. Hier soll nach Herbich's Beobachtung das Gestein »am gleichmässigsten gemengt sein und der blaue Sodalith gleichsam die Grundmasse bilden.« Die durch tiefblaue Färbung und Reinheit des Sodaliths ausgezeichnetste Varietät schlugen wir im obern Taszok-Patak einer gegen Nord sich abzweigenden Schlucht des Orotva-Thals, welches die nördliche Begrenzung der ebenen Gyergyo bildet. Die Taszok-Schlucht zieht hinauf gegen den Közreszhavas (1496 m. h.), über welches Gebirge die Strasse (die höchste in Siebenbürgen, 1257 m.) nach Borszek und der moldauischen Grenze führt. Taszok beginnt am Közresz-Berge mit einer hohen flachen Mulde, in welcher Glimmerschiefer und Hornblendeschiefer herrschen. In letzterem beobachteten wir Granaten. Es ist dies aller Wahrscheinlichkeit nach die Oertlichkeit, von welcher die von Herbich aufgefundenen und im Jahre 1866 der k. k. geol. Reichsanst. übersandten Pseudomorphosen von Chlorit noch Granat stammen[1]). Sie zeigen das Ikositetraëder und erreichen über 1 ctm. Wo die flache Mulde sich zu einer Schlucht gestaltet, erscheint Eläolith-führender Syenit, an dessen Stelle Ditroit tritt, welches herrliche Gestein hier die ganze über 80 m. hohe Felswand bildet. Durch einen alten, nun aufgelassenen Steinbruch sind die blauen Felsen hier auch trefflich entblösst. Dieser Bruch wurde zu einer Zeit geöffnet, als man im Sodalith, welcher, wie erwähnt, bei seiner Auffindung irrthümlich für Lasurstein gehalten wurde, einen Schmuckstein zu gewinnen hoffte. Später glaubte man den Ditroit als kostbaren Architekturstein verwerthen zu können, z. B. zu Basamenten von Statuen. Indess zeigte sich die Farbe des Sodalith doch im Allgemeinen mehr graublau und nur in beschränkteren Partien so intensiv blau, dass die Schönheit des Gesteins dem ansehnlichen Herstellungswerth der Blöcke zu entsprechen schien. Auch in Taszok ist der Ditroit mit Hornblendegesteinen, welche bald schiefrig, bald massig erscheinen, enge verbunden. Nahe dem Ausgang der Schlucht fanden wir Blöcke eines kleinkörnigen granitähnlichen Gesteins mit zahlreichen bis 1 Ctm. grossen braunen Granatkrystallen. Auch grosse Blöcke eines zuweilen mandelsteinartig ausgebildeten, diabasähnlichen Gesteins liegen umher. Es stammt nach Herbich's Beobachtung von Gängen, welche den Syenit durchsetzen und »aus dem zu Grus zerfallenden Gestein in scharfen Vorsprüngen herausragen, am deutlichsten im oberen Theile des Taszok-Patak, wo jene Gänge an beiden Thalseiten einander entsprechend hervortreten.« — Ausser den durch das Vorkommen von Nephelin und Sodalith ausgezeichneten Syenitvarietäten findet sich im Piritschke-Gebirge auch ein normaler Syenit von rother Farbe, bestehend aus vorherrschendem röthlichem Orthoklas, schwarzem Biotit

[1]) S. Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanstalt. Bd. XVI. S. 505. 1866.

Digitized by Google

und Hornblende, wozu bald reichlicher, bald spärlicher gelber Titanit tritt. Nach Herbich, welcher auch Zirkon und Pistazit — letzteres Mineral in Nestern und auf Klüften — beobachtete, bildet dieser rothe Syenit einen etwa 8 Klm. langen, 2 Klm. breiten Saum, welcher gegen Nordost den Miascit begrenzt. Nach den Mittheilungen desselben verdienstvollen Beobachters nimmt dieser rothe Syenit, wie es auch bei dem Miascit an vielen Punkten stattfindet, ein schiefriges Gefüge an und geht in gneissähnliche Varietäten über.

Die Syenitmasse von Ditro wird fast in ihrem ganzen Umkreise, wo die Grenze nicht durch die von der Hargittakette herüberreichenden Trachyttuffe oder durch die alluvialen Massen der Gyergyo bedeckt wird, von Glimmerschiefer umgeben, welcher von Szt. Tamas in der obern Csik als ein bis zu 5 d. M. breiter Zug zunächst gegen Nord, dann gegen Nordwest nach der Mármarosch sich erstreckt. Diesem Glimmerschiefer sind an verschiedenen Orten und so auch bei Szarhegy am südwestlichen Fuss des Ditroer Gebirges Massen von körnigem Kalk eingelagert. Derselbe ist sehr rein, grosskörnig und könnte zu Bildhauer-Arbeiten benutzt werden. Leider erfüllte sich unsere Hoffnung nicht, irgendwo den Kalk in Berührung mit Syenit und die Grenze durch Contaktgebilde bezeichnet zu sehen. — Als Bedeckung eines Theils der westlichen Abhänge des Ditroer Gebirges erscheinen trachytische Tuffe und Conglomerate, deren Ursprung im Hargitta-Gebirge liegt und welche nicht nur fast ringsum die sanften Gehänge dieser mächtigen Wölbung bilden, sondern auch gegen Osten in den Thalbecken Csik und Gyergyo bis zu ansehnlicher Höhe (2—300 m.) an den gegenüberliegenden Abhängen emporsteigen. Im Ditroer Gebirge erstreckt sich eine breite Zunge dieser deutlich geschichteten Trümmermassen auf den schildförmigen Höhen zwischen dem Ditro-Patak und dem Orotva-Thal (dessen obere Hälfte Szalotka-Thal heisst) bis zum Ujhavas, dem nördlichen Gipfel des Gebirges.

Noch mögen einige Punkte der nördlichen und südöstlichen Umgebungen des Syenitgebirges theils aus eigener Anschauung, theils nach den Mittheilungen des Dr. Herbich hier Erwähnung finden. Hat man auf dem Wege von Ditro nach Borszek (882 m. h.) das steil einschneidende Orotvathal (Vereinigung des Taszok- mit dem Orotvabach 778 m.) überschritten, so erblickt man zunächst noch syenitische Gesteine in mannichfachen Varietäten entblösst. Bevor man indess die Passhöhe erreicht, befindet man sich wieder in einem wenig charakteristischen Glimmerschiefer. Genau auf dem Passe wird der Schiefer von einem theils als massige Felsen, theils als Conglomerat entwickelten Dolerit durchsetzt. In diesem bisher irrthümlicher Weise zum Andesit gerechneten Gestein sind deutliche Augitkrystalle und gerundete Olivinkörner ausgeschieden, während die Grundmasse vorherrschend aus einem Gemenge von Plagioklas

Digitized by Google

zu bestehen scheint. Nach Herbich finden sich in diesem Gestein Einschlüsse von Glimmerschiefer und Quarzit. Eine Meile nördlich des Köszresz sprudeln die berühmten Borszeker Heilquellen, welche nicht nur für das ganze östliche Siebenbürgen das vortrefflichste Getränk liefern, sondern auch wegen ihren grossartigen Kalktuffbildungen von geologischer Bedeutung sind. Die Quellen, neun an der Zahl, zwischen 8,4 und 10,8° C., entspringen nahe der Grenze des Glimmerschiefers und einer demselben eingelagerten Masse körnigen Kalks. Die an Kohlensäure reichen Quellen enthalten von festen Bestandtheilen vorzugsweise kohlensauren Kalk, sowie kohlensaure Magnesia und Natron; nur in geringer Menge Chlorkalium und Chlornatrium. Erstaunlich ist die Ausdehnung und Mächtigkeit der von diesen Quellen abgesetzten Kalktuffbildungen. Bei einer Erstreckung von mehreren Km. erreichen sie eine Gesammtmächtigkeit von wenigstens 60 bis 70 m. Man findet ihre mächtigen, durch die Erosion jetzt getrennten Massen auf beiden Seiten des Borszek-Pataks. Ein Theil dieser Tuffbildung weist, durch tiefe und enge Spalten zerrissen, eine prachtvolle Felsgestaltung auf; man könnte sich zwischen diesen bis 17 m. hohen Felsmauern und -Thürmen nach den Felslabyrinthen von Weckelsdorf und Adersbach versetzt glauben. Betrachtet man aus einiger Entfernung die Kalkfelsen von Borszek, so überredet man sich nur schwer, dass sie durch die recente Thätigkeit von Quellen gebildet sind. Die Massen entsprechen einem ganzen Kalkgebirge, welches in der Tiefe allmälig gelöst und an der Oberfläche wieder aufgebaut wurde. Der Tuff umschliesst nicht nur Blätter und Holztheile, sondern in den oberflächlichen Schichten auch einige Erzeugnisse menschlicher Thätigkeit. Kurz vor unserer Anwesenheit hatte man man beim Bau eines neuen Quellenhauses in 1 m. Tiefe, von festem Tuff umschlossen, seltsam gestaltete, offenbar sehr alte Holzgeräthe gefunden und erst zum Theil entblösst, deren Gebrauch und Bedeutung noch völlig räthselhaft erschien. — Der östliche Theil Siebenbürgens, besonders die Umgebungen der Hargitta gehören zu den an Mineralquellen reichsten Gegenden der Erde.

Von noch höherem Interesse als Borszek ist die Umgebung von Balanbanya im oberen Alt-Thale und das Nagy-Hagymas-Gebirge (1798 M. h.); der erstere Punkt wegen einer Kupferlagerstätte, deren Ausbeutung Dr. Herbich während einer langen Reihe von Jahren leitete; die letztere Ortlichkeit mit Rücksicht auf das Erscheinen der Trias und Juraformation. Bei Szt. Domokos, dem obersten Dorfe der Csik, verlässt die nach der Gyergyo führende Strasse den Altfluss, welcher mit nordsüdlichem Laufe von einem hohen Kalkgebirge herkommt, dessen prachtvolle, fast alpine Formen, ganz unähnlich der in diesem Lande herrschenden Felsgestaltung, auf ein inselförmiges Auftreten mesozoischer Formationen deutet. Am schroffen westlichen Absturz dieses Kalkgebirges sammelt der Alt seine Quellbäche,

Digitized by Google

während am östlichen und nördlichen Gehänge die Bekas-Thäler ihren Ursprung nehmen, die ihre Gewässer mit der moldauischen Bistritz vereinigen. Das obere Alt-Thal ist in dem herrschenden Glimmerschiefer eingeschnitten, in welchem auf der rechten (westlichen) Thalseite bei Balan (838 m.) Chloritschiefer eine Einlagerung bildet. Dies letztere Gestein führt ausser mehreren unbauwürdigen Imprägnationszonen vier parallele Erzlager, welche, aus einem Gemenge von vorherrschendem Eisen- und untergeordnetem Kupferkies bestehen. Die Gesammtmächtigkeit des von Nord nach Süd streichenden Lagerzugs gibt Herbich auf 20 bis 40 m. an. Die Kupferlagerstätte von Balan scheint demnach die grösste Aehnlichkeit mit derjenigen am Rattenberge in Prettau (oberes Ahrenthal, Tyrol) zu besitzen. Der Balaner Erzzug ist auf einer Strecke von etwa 10 Kilom. nachgewiesen, doch als bauwürdig aufgeschlossen nur in seiner mittleren Erstreckung auf etwa 1,5 Km. Diese Kupferlagerstätte wurde im J. 1803 erschürft und lieferte in den J. 1838—57 einen zwischen 957 und 1581 Centner Kupfer wechselnden Jahresertrag. Vom J. 1857—67 hob sich die Ausbeute bis auf 3171 Centner; doch kam leider im letztgenannten Jahre in Folge von zu grosser Ausdehnung der Arbeiten die Grube von Balan zum Erliegen und zugleich versiegte eine der wenig zahlreichen Quellen industriellen Wohlstandes in diesen entlegenen Gegenden.

Das Nagy-(Gross-)Hagymaser Gebirge, welches durch Herbich's Untersuchungen der Wissenschaft erschlossen wurde, besteht aus einer etwa 22 Km. von Nord-Süd langen, 5½ Km. breiten, mindestens 400 m. mächtigen Kalkmasse, welche dem Glimmerschiefer aufruhend, in der Tiefe als Unterlage einige schollenartige Partien von Hallstadter Schichten mit *Ammonites Metternichi* aufweist. Wie die Kalkzone der Alpen gegen die centrale Schieferzone die schroff abgerissenen Schichtenprofile wendet, so kehrt auch die auf weite Entfernungen hin (Gegend von Kronstadt; die einzeln aufragenden Klippenkalke der Nordkarpathen) isolirte Kalkmasse von Hagymas ihren Absturz gegen das westlich vorliegende Schiefergebirge. Den Triasschichten mit *Ammonites Metternichi*, „welche am Fusse senkrechter Felswände erscheinen und durch Schutthalden fast verdeckt sind," folgen rauchwackenähnliche Dolomite und feste, zuweilen glimmerführende Kalksteine, welche, nicht ganz sicher bestimmbar, zum Lias gestellt werden. Der braune Jura, ein schwarzgrauer, oolithischer Kalkstein, zeigt zwar keine grosse Verbreitung, ist aber durch charakteristische Versteinerungen bezeichnet. Der obere oder weisse Jura bildet die Hauptmasse des aus hellfarbigen, dichten Kalksteinen bestehenden Gebirges, und gibt durch seine „prachtvolle Felsgestaltung demselben sein malerisches Ansehen." Durch mehrjährige, angestrengte Nachforschungen sammelte Herbich aus den diese zerrissenen Felsmassen bildenden Schichten zahlreiche Ver-

Digitized by Google

steinerungen, welche das Vorhandensein mehrerer Hauptabtheilungen des oberen Jura beweisen, doch zum Theil noch der genaueren Bestimmung und Vergleichung harren. So bietet die Gyergyo in den benachbarten Gebirgen von Ditro und Nagy-Hagymas zwei Oertlichkeiten ersten Ranges einerseits für den Petrographen andererseits für den Geognosten dar. Die Hargitta bildet bei einer Länge von 2Q, einer mittleren Breite von 3 bis 4 d. Ml. das umfangreichste Trachytgebirge Europa's. Sehr unähnlich den vielgipfligen Trachytgebirgen des centralen Europa, in denen sich die höchste Mannichfaltigkeit des Bodenreliefs mit dem Reichthum an Gesteinsvarietäten verbindet, stellt Hargitta ein ungeheures Wallgebirge mit plateauähnlicher Scheitelfläche dar, über welcher einzelne Gipfel und zertrümmerte Felsthürme nur zu geringer relativer Höhe aufsteigen. Wer nur die trachytischen Gebirge des centralen Europa und Italiens gesehen, wird bei dem Anblick der Hargitta sich schwer überreden, dass diese gewaltige Masse aus demselben Gesteine besteht, wie die schöngeformten Hügel, Wolkenburg, Stenzelberg etc. des Siebengebirges oder die Rocca di Monselice und einige andere der Euganäischen Berge. Gleich dem Trachyt-(Dacit-)Gebirge Vlegyasza (9 d. M. westlich Klausenburg) ähnelt die Gestaltung der Hargitta-Masse in hohem Grade der Physiognomik alteruptiver, granitischer Gebirge. — Ursprünglich wurde als Hargitta nur das 8 d. M. lange südliche Drittel des Gebirges bezeichnet, welches an den Quellen des grossen Kockel, nahe der Grenze von Gyergyo und Csik beginnend, bis zur Gebirgssenkung von Bükszad und Agostonfalva (zwischen welchen Orten der Altfluss den grossen, südwärts gewandten Bogen beschreibt) streicht; während der mittlere Theil, welcher von den Quellen des Kockel bis zum Durchbruch der Marosch sich erstreckt (7 Ml.) und im Mezö-Havas seine bedeutendste Höhe erreicht, mit dem Namen Kükülöfö bezeichnet wurde. Jenseits der Marosch breitet sich das Gebirge plateauähnlich aus, einen Querdurchmesser von 5 bis 6 Ml. erreichend. Dies ist die grossartige Gebirgsmasse Kelemen-Havas unfern des »Triplex confinium« (Ungarn, Moldau, Bukowina), welche sich gegen Norden mit den Rodnaer Alpen und der Magura verbindet. Diese drei Gebirgstheile bilden indess ein gemeinsames Ganzes, welches jetzt, namentlich in geologischer Hinsicht, als Hargitta bezeichnet wird. Die bedeutendsten Höhen finden sich nördlich der Marosch, wo mehrere Gipfel über 2000 m. aufragen: Kelemen Cserbuck 2016 m., Kelemen Izvor 2035 m., Pietrozul 2107 m. Ausgedehnte Urwälder bedecken mit Ausnahme der höchsten kahlen Scheitelflächen die flachgewölbten Höhen dieses wenig bekannten, fast ganz unbewohnten Gebirges, welches nur während weniger Wochen des Jahres von Schnee frei wird. Südlich des Marosch-Durchbruchs erniedrigt sich das Gebirge; es erreicht seine bedeutendste Höhe im Mezö-Havas 1769 m.; Buzin Tete 1272; weiter

Digitized by Google

südlich finden wir den Gipfel Hargitta 1741 m. und den Kukukhegy 1540 m. Der äusserste südöstliche Theil der grossen Trachytmasse Hargitta — das Büdösch-Gebirge — wird durch den Lauf des Alt abgeschnitten, welcher aus der Ebene der Csik durch die Flussengen von Tusnad und Bükszad in die Ebenen von Haromszek tritt. Das Büdösch-Gebirge mit dem Csomal stellt die orographische Verbindung zwischen der Hargitta und dem eigentlichen Karpathenzuge her; es erhebt sich über der Ebene der untern Csik als eine von ihrer Umgebung getrennte, von steilen Abstürzen umgebene, imponirende Trachytmasse, deren namhafte Gipfel: der Kegel Balvanyos mit der alten Burg 1023 m., der Begyenko Köve (auf der südlichen Seite des Balvanyos-Thales) 1053 m., der Budöschhegy 1140, der Csomal, der höchste Gipfel des ganzen Stocks, welcher sich nördlich über dem Wallrande des Szt. Anna-Sees erhebt 1300 m. Die Büdöschgruppe umschliesst zwei hochberühmte und geologisch interessante Punkte, die Schwefelhöhle und den genannten, in einem scheinbaren Kraterschlunde liegenden See (Wasserspiegel 951 M.).

Als eine südliche und südwestliche Fortsetzung der Hargitta stellt sich das Persanyer Gebirge dar, welches die Ebene des Burzenlandes von der Fogarascher Ebene scheidet und in seinem nördlichen Theile durch die Alt-Schlucht durchschnitten wird. Dies Persanyer Gebirge, wenngleich den Hargittazug orographisch fortsetzend, zeigt eine weit grössere Mannichfaltigkeit in geologischer Hinsicht als Hargitta. Wie im Nagy-Hagymaser, so treten auch im Persanyer Gebirge mesozoische Kalksteine auf; von Eruptivgesteinen: Porphyrit, Melaphyr, Serpentin und Gabbro. Ausserdem ist dieser Höhenzug auch dadurch bemerkenswerth, dass an seinem westlichen Abhange bei Hidegkut und Heviz wahrscheinlich die jüngste vulkanische Thätigkeit mit Schlackenbildung und Lavaerguss auf siebenbürgischem Boden stattfand. — Der weitaus grösste Theil der Hargitta besteht aus Andesit, neben welchem Rhyolith nur in sehr untergeordneter Weise und nur in dem jenseits der Marosch liegenden Gebirgstheil auftritt. Bemerkenswerth ist die ungeheure Entwicklung der Conglomerate und ihr Vorherrschen über den massigen Gesteinsvarietäten. Die andesitischen Conglomerate bilden eine weit über 300, vielleicht über 600 m. mächtige, geschichtete Bildung, welche, bis zum Scheitel des Gebirges emporsteigend, in einzelnen Querprofilen den festen anstehenden Andesit fast ganz zu verdrängen scheint. Neben dem herrschenden Hornblende-Andesit sind auch augitführende Varietäten sehr verbreitet, sowohl anstehend als auch in den Conglomeraten. Der schönste Hornblende-Andesit ist im südlichen und namentlich im südöstlichen Theil der Hargitta, in der Büdöschgruppe verbreitet. Wohl kein Andesit des mittleren Europa zeigt so deutlich die constituirenden Mineralien ausgeschieden wie die Gesteine, welche den Büdöschhegy, die Höhen um den Sanct' Annen-See und

Digitized by Google

um Tusnad bilden. Was G. Rose (nach Auffindung der Plagioklase in granitischen und dioritischen Gesteinen) mit angestrengtem Scharfsinn suchte, die Streifung auf den Spaltungsflächen trachytischer Feldspathe und zuerst in den Trachyten von Aegina, Schemnitz, Nagyag etc. erkannte, — das bieten die Andesite des Büdösch und der das Bad Homorod (Südwestabhang der Hargitta) umgebenden Berge in deutlichster Weise dar.

Der Hornblende-Andesit des Walls um den Annen-See besitzt eine lichtröthliche, rauhe, etwas poröse Grundmasse, in welcher schneeweise Plagioklase bis 5 mm. gross, schwärzlich-braune Hornblende und Biotit in nahe gleicher Menge, Magneteisen und, als seltener accessorischer Gemengtheil, rundliche Quarzkörner ausgeschieden sind. Rein ausgesuchte Körner des Plagioklas aus Andesit vom Anna-See ergaben:

Spec. Gew. 2,655.

Kieselsäure	63,05	ox. = 33,62	
Thonerde	23,61	11,02	
Kalkerde	5,28	1,51	3,63
Natron (Verlust)	7,82	2,02	
Glühverlust	0,24		
	100,00		

Sauerstoffproportion 0,99 : 3 : 9,15.

Dieser Plagioklas ist demnach ein Oligoklas und kann als eine Mischung von 2 Mol. Albit mit 1 Mol. Anorthit betrachtet werden. Das Gestein des Büdösch ist also ein Olig. Hornbl.-Andesit. Den Kieselsäure-Gehalt des ganzen Gesteins bestimmte ich = 68,40 in erneuter Bestätigung der Erfahrung, dass die Gesammtmischung eines Trachyts mehr Kieselsäure aufweist als die ausgeschiedenen Plagioklaskrystalle. Hier möge auch die mir gütigst mitgetheilte, von Herrn Stud. Franz Koch ausgeführte Analyse eines frischen Andesit vom Büdösch-Hegy eine Stelle finden:

Kieselsäure	63,49	Ox. = 33,86
Thonerde	20,54	9,57
Eisenoxyd	5,53	1,66
Manganoxydul	0,31	0,07
Kalk	3,39	0,96
Magnesia	0,23	0,09
Kali	1,61	0,27
Natron	3,52	0,90
Glühverlust	0,86	
	99,84	

Sauerstoffquotiens 0,399.

In den Andesiten des Büdösch und des Annen-Sees habe ich, früheren Angaben entgegen, neben dem Oligoklas keinen Sanidin

Digitized by Google

erkennen können, glaube vielmehr, dass in diesen sowie in allen herrschenden Hargitta-Gesteinen nur Plagioklas vorhanden ist. Was das Vorkommen des Quarzes betrifft, so bewahrt derselbe stets den Charakter eines accessorischen Gemengtheils, so dass ein Uebergehen dieses Andesit in Dacit wenigstens im Hargitta-Gebirge nicht zu konstatiren ist. Wesentlich dieselbe Gesteinsvarietät wie diejenige um den Annen-See setzt den ganzen Büdösch-Bergstock zusammen. Aus derselben bestehen die Blockmeere, welche man auf dem Wege vom Csomal-Gipfel (Nordrand des Sees) zum Bad Tusnad in der Enge der Altschlucht durchwandert. — In der eigentlichen Hargittakette sind vorzugsweise kleinporphyrische oder fast dichte dunkle Andesite verbreitet, welche theils Augit neben herrschender Hornblende führen, theils wahre Augit-Andesite sind.

Einen dunklen Andesit »mitten in dem lichtgefärbten Trachyt des Büdöschstocks« fand Herbich (Verbreitung der Eruptivgesteine Siebenbürgens, SS. 24. Klausenburg, 1873) beim Bade Tusnad; »das Gestein erscheint hier in der Thalsohle des Altflusses in geringer Mächtigkeit und streicht durch denselben von den Wellen bespült«. Nach einer gütigen Mittheilung des Prof. Koch besteht dies fast dichte dunkle Gestein aus Plagioklas, Augit und reichlichem Magnetit. »Der Feldspath erweist sich nach der Szabó'schen Flammenreaktion [1]) als Andesin«.

Dunkle, dichte Andesite, ähnlich der eben erwähnten Varietät bilden einen Theil des hohen Kammes am Kukukhegy. Fast schlackige Andesite vom Bad Homorod, Südwestabhang der Hargitta, zeigte mir Hr. Herbich in der Klausenburger Sammlung. Auf eine Fumarolenthätigkeit lässt ein anderes Vorkommen schliessen, welches ich durch denselben verdienstvollen Geologen kennen lernte: dunkler Andesit, dessen Kluftflächen mit vulkanischem Eisenglanz bedeckt sind, von Füle (1 Ml. nördlich von Baroth) in dem sog. Pap-Homloka (Pfaffenstein)-Gebirge, dem südwestlichen Abhange des Kukukhegy. Ueber das Gestein des Hargitta-Gipfels liegt eine Angabe von W. Hausmann (s. v. Hauer und Stache, Geol. Siebenbürgens S. 323) vor. Derselbe beobachtete bei dem Dorfe Olahfalu (zwischen Csik Szereda und Szekely Udvarhely) Trachyt-Conglomerat, welches ringsum die breiten Abhänge bildet. »Die Felsen im Osten des genannten Dorfes bestehen indess aus einem harten, dichten sehr gleichförmigen Trachyt mit deutlich schiefriger Textur. Die Hargitta selbst ist ein Tafelberg, zu oberst wieder aus vollkommen schiefrigem Trachyt bestehend«. Eine in nördlicher Richtung benachbarte Kuppe erwies sich aus Conglomerat gebildet, darin auch Stücke mit blasiger Struktur. Dies sind die wenigen Angaben über die Gesteine des

[1]) Jos. Szabó, Ueber eine neue Methode die Feldspathe auch in Gesteinen zu bestimmen. Budapest 1876.

Digitized by Google

südlichen Gebirgstheils. — Ueber die Varietäten, welche die Gipfel der mittleren Kette bilden, verdanken wir Hrn. Herbich einige Beobachtungen. Derselbe besuchte die von Süd nach Nord gereihten Gipfel: Ostoros westlich Szt. Domokos, Delhegy, Büzin Tetej, Mezö-Havas, Bakta, Kereszthegy, Batrina. Fast bei all diesen Gesteinen wird eine dunkle Grundmasse, ausgeschiedene Plagioklase und neben ihnen theils Hornblende, theils Augit erwähnt [1]). — In dem 5 d. M. langen Gebirgsprofil, welches die Marosch durch ihr Erosionsthal zwischen Olah Toplicza (Walachisch Warmbrunn) und Fülehaza entblösst, beobachteten Prof. A. Koch und ich nur an wenigen Punkten und nur auf kurze Strecken anstehenden festen Andesit, namentlich unfern Mesterhaza; etwa in der Mitte des Gebirgsprofils. Aus den ungeheuren Massen des trachytischen (andesitischen) Conglomerats hebt sich hier eine kaum 100 m. längs dem Flusse und der Strasse ausgedehnte Partie von plattenförmig abgesondertem Andesit hervor. Auch bei Vugan, 1 d. M. westlich von Olah Toplicza, sahen wir anstehenden Andesit, dunkel, fast dicht erscheinend; es ist zum Theil ein ausgezeichneter Augit-Andesit. U. d. M. zeigt das Gestein in einer nur spärlichen Grundmasse sehr zahlreiche Plagioklase mit deutlicher, zuweilen doppelter, sich nahe rechtwinklig begegnender Streifung; neben häufigem Augite seltenere Hornblende; Magneteisen. Augit- und Hornblende-Andesit scheinen nahe verbunden zu sein. — Auch im nördlichen Gebirgsabschnitte, im Kelemenhavas, herrscht Andesit. In der Klausenburger Sammlung zeigte Hr. Herbich mir einen Andesit aus der Umgebung von Belbor, dem höchstbewohnten Orte Siebenbürgens (etwa 920 m.), 2 d. M. nordnordwestlich von Borszek, ein dichtes dunkles Gestein mit kleinen Krystallen von Augit und Hornblende. Auch aus dem Kelemenpatak, einer unfern Vugan aus dem Maroschthal gegen das Hochgebirge hinaufführenden Schlucht, führt Herbich einen schwarzen Andesit mit dichter Grundmasse an, in welcher Plagioklas, Augit, Hornblende, Magneteisen ausgeschieden sind. Im Topliczapatak scheint ein doleritisches Gestein aufzutreten, ähnlich jener oben beim Uebergang über den Köszresz erwähnten Varietät. — In dem nördlichsten Abschnitte der Hargitta kommen — wie Hr. v. Richthofen (Studien aus den ung.-siebenb. Trachytgebirgen, Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1860, S. 214) erwähnt — an einzelnen Punkten auch

[1]) Prof. J. Andrä, welcher im Sept. 1851 die Hargitta nahe den Quellen des kleinen Kockel überschritt, berichtet: „Während 12 Stunden, die ich zu Wagen auf dem mit kolossalen Trachytblöcken bedeckten Wege zubrachte, traf ich zwischen Gyergyo Alfalu und Parajd weiter keine menschlichen Wohnungen als ein paar erbärmliche Wirthshäuser." (Ber. üb. e. geogn. Reise durch die südl. Punkte d. Banats, d. Ban. Militärgrenze u. Siebenb. Abh. Naturf. Ges. Halle, 1853.)

Digitized by Google

Rhyolithe vor. Der hochverdiente Forscher fand sie östlich vom Bade Szt. György, 3 d. M. nordöstlich der Stadt Bistritz, sowie als einen mächtigen Eruptivstock zwischen Szent Josef und Mogura im Illovathal. Dies letztere Gestein ist ein »hornblendereicher quarzführender Rhyolith, welcher früher für Granit gehalten wurde«. Auch am Pietrosul (2107 m., $2^1/_2$ Ml. gegen Nord von Mesterhaza, am nördlichsten Punkte der grossen Marosch-Krümmung) kommt nach zuverlässiger Angabe Rhyolith (Quarztrachyt) neben Andesit vor. Eine mit Schwefel reichlich imprägnirte Probe des ersteren Gesteins zeigte mir nämlich Hr. Obereinfahrer v. Kremnitzky zu Vöröspatak. Er fand dies Vorkommen etwas östlich jenes hohen Gipfels am Ursprung des Niagrabachs, welcher in die Goldene Bistritz fällt. Hierauf beschränkt sich unsere ungemein spärliche Kenntniss des grossen Kelemen-Gebirges, dessen fast gänzlich unbewohnte Theile gegen 30 Q.-M. umfassen und über dessen kahle Scheitelflächen der gefürchtete Nemere-Wind auf die Hochebenen des Szeklerlandes stürzt.

Eine besondere Hervorhebung verdient hier der schiefrige Andesit vom Gerécses-Hügel, nahe dem Berge Csik-Magos, am Uebergang von der Csik in die Gyergyo, wegen seines ausserordentlichen Reichthums an Tridymit. Die Auffindung dieses merkwürdigen Gesteins ist ein Verdienst Dr. Herbich's, die Erkennung des Tridymit's geschah durch Prof. Koch. Das Gestein ist von grauer Farbe, ausgezeichnet durch ein schiefriges, an Phonolith erinnerndes Gefüge. Phonolith-ähnlich dem äussern Ansehen nach ist auch die dichte, etwas schimmernde Grundmasse, in welcher nur ganz selten einzelne, 1—2 mm. grosse, weisse Plagioklase ausgeschieden sind. U. d. M. erscheint das Gestein der weit überwiegenden Masse nach als ein unauflösliches Glasmagma, welches durch zahllose Magneteisenpunkte getrübt ist. Krystallinische Ausscheidungen sind nur äusserst spärlich, bestimmbar nur Plagioklas. Dies Gestein enthält nun zahllose, äusserst flache, scheibenförmige Hohlräume, bis 10 mm. gross, 1 bis 2 mm. dick, welche parallel der Schieferungsebene des Gesteins liegen und die zierlichsten, höchstens 1 mm. grossen Tridymite in ihren charakteristischen Zwillings- und Drillingskrystallisationen bergen. Ich bestimmte das spec. Gew. des Gesteins = 2,572; Prof. Koch erhielt 2,559. Trotz der äusseren Aehnlichkeit verräth doch das Verhalten des Gesteins gegen Chlorwasserstoffsäure, dass kein Phonolith vorliegt; der Andesit von Gerecses bildet keine Gallerte. Glühverlust = 1,37. Kieselsäure 64,84; nahe übereinstimmend mit einer Bestimmung des Dr. Herbich = 64 pC. Dem Phonolith kommt ausnahmslos ein geringerer Kieselsäuregehalt zu. Prof. Koch bestimmte auch das spec. Gewicht einer kleinen Partie herausgelöster Tridymitkryställchen (2,166). Die flachen Drusen sind gewöhnlich von einer lichtern Gesteinsfärbung umgeben und können auf den

Digitized by Google

ersten Blick, und namentlich wenn nicht geöffnet, lediglich für lichte Flecken gehalten werden. U. d. M. erkennt man, dass die lichten Wandungen der Poren wesentlich aus Tridymit bestehen, welcher die von Prof. Zirkel zuerst hervorgehobene dachziegelförmige Gruppirung zeigt. Einen gleichen Tridymit-Reichthum wie in diesem Gesteine habe ich bisher an keinem anstehenden Gesteine beobachtet, vielmehr nur an einem Einschlusse von schlackigem Trachyt im Andesit des Stenzelbergs. Nach Herbich's gütiger Mittheilung (Prof. Koch und ich konnten das Tridymitgestein nicht in seinem Anstehen beobachten, da uns auf jener Höhe die Nacht überraschte) liegt der Fundort des merkwürdigen Tridymit-Andesits grade am Sattel zwischen der Gyergyo und der Csik, etwa 10 Min. nordwestlich von der Strasse entfernt. In einer sehr flachen, mit Humus bedeckten Kuppe waren 1868 und 69 einige kleine Steinbrüche geöffnet, welche Material zum Bau der Strasse lieferten. »Man konnte daselbst sehr gut die dünntafelige, beinahe schiefrige Absonderung des Trachyts beobachten, wobei die Tafeln ohne Ausnahme senkrecht standen«. Die nächste Andesitkuppe ist der Csik-Magos. Das Gestein vom Gipfel dieses Berges ist »ein ganz dichter, röthlichgrauer Andesit mit einzelnen feinen Hornblende-Nadeln und mit winzigen glänzenden Plagioklasen, gleichfalls tafelförmig abgesondert, rauhporös, spec. Gew. 2,453. U. d. M. ähnlich dem Gestein von Gerécses. Ein Gestein vom Fusse des Csik-Magos-Berges enthält in einer bläulichgrauen dichten Grundmasse viele weisse glasglänzende Plagioklaskörner (nach Szabó's Methode geprüft: Andesin) und schwarze glänzende Hornblende-Prismen, bis 3 mm. lang, ausgeschieden. Spec. Gew. dieser Varietät = 2,546; u. d. M. erkennt man sowohl Hornblende als Augit«. (Briefl. Mitth. von Hrn. Prof. A. Koch.)

Der Trachyt der Hargitta ist fast ringsum von einem erstaunlich mächtigen Mantel von trachytischen Conglomeraten und Tuffen umlagert und bedeckt. Auch unsere deutschen Trachyte und vulkanischen Gebilde sind von Trümmermassen begleitet; aber etwas den Conglomeraten der Hargitta Vergleichbares bietet sich im centralen Europa nicht dar, wenn man nicht die bis 1000 m. mächtigen »Eruptivtuffe« des Augitporphyrs im südöstlichen Tyrol zum Vergleich heranziehen will. Der Marosch-Durchbruch unterhalb Olah-Toplicza gewährt die beste Gelegenheit, die conglomeratischen Massen der Hargitta zu beobachten, welche in diesem grossartigen Gebirgsprofil vom Spiegel des Flusses bis hinauf zu den plateauähnlichen Höhen reichen. Unterhalb Olah Toplicza tritt die Marosch, das alte Seebecken der Gyergyo verlassend, in das Gebirge ein. Wie zu einem Thore rücken die Conglomerat-Felsen zusammen, in mächtige Bänke gegliedert, welche anfangs schwach gegen Nordost fallen, weiter gegen West fast horizontal ruhen. Zunächst sind die Felsen niedrig, fast ohne Baumvegetation; weiterhin steigen sie höher empor,

Digitized by Google

bis 300 m. und darüber und bedecken sich mit schönem Wald. Ueberaus steil ziehen die Schluchten bis zur Gebirgshochebene empor. Bei Ilva, in des Weges Mitte, gewinnen die Gebirgsformen eine seltene Grossartigkeit, indem einzelne Massen der gewaltigen Conglomeratbildung, durch Erosion isolirt, gleich Bergen emporragen. Seltsame Felsformen erblickt man etwas weiter abwärts bei Palota: mauer- und thurmförmige Felsen, Säulen von 10 bis 12 m. Höhe, welche in grosser Zahl an den steilen Gehängen aufragen. Im ganzen Hargitta-Gebirge und ebenso — nach Mittheilung des Hrn. Prof. Koch — im Graner Trachytgebirge gehören die schönen, ins Auge fallenden Felsformen fast ausschliesslich den Conglomeraten an, welche an dieser Felsgestaltung schon aus der Ferne zu erkennen sind. Der feste Trachyt und Andesit verwittert gleichartig und bewahrt demnach seine sanften gerundeten Formen auch in Folge der fortschreitenden Zerstörung. Viele Millionen von Andesitblöcken (theils Hornblende-, theils Augit-Andesit), bald kugelig, bald nur an den Kanten gerundet, in ihrer Grösse von wenigen cm. bis 2 m. und darüber schwankend, sind in einer — im Vergleiche zur Menge der Einschlüsse ziemlich zurücktretenden — andesitischen Grundmasse eingebacken. Die Farbe der Blöcke ist theils licht, theils dunkel; eine eigenthümliche, lebhaft grün gefärbte Andesit-Varietät bildet bei Ratosnya, nahe dem westlichen Ausgang der grossen Gebirgsschlucht, zahlreiche grosse und kleine Blöcke. Was bei diesem Conglomerat, wie es im Marosch-Durchbruch der Betrachtung vorliegt, namentlich ins Auge fällt, ist die Schichtung, welche indess keineswegs mit einer Anordnung der Blöcke nach ihrer Grösse verbunden ist. Während wir bei sedimentären Tuffen und Trümmermassen die Bestandtheile nach ihrem Umfang gesondert sehen, ist hier Alles regellos; klaftergrosse Massen liegen mit kopf-, faust- und nussgrossen Geröllen untermengt. Eine Schichtung und Sonderung durch das Wasser, welche wir zur Bildung der trachytischen Trümmermassen z. B. in unserem Siebengebirge annehmen müssen, kann also bei den gewaltigen centralen Conglomeratmassen der Hargitta nicht stattgefunden haben. Man darf wohl annehmen, wie es von v. Richthofen auch für den Tuff des Tyroler Augitporphyrs geschieht, dass wenigstens die centrale Masse des Hargitta-Conglomerats eine eruptive Bildung ist, der zuerst hervorgetretene Theil des Andesits, welchem alsbald die festen Massen folgten. Von diesem eruptiven Gebilde sind die an der Peripherie des Gebirges auftretenden sedimentären Tuffe zu unterscheiden, welche der neogenen Formation angehören und in ununterbrochenem Zuge vom Marosch- bis zum Alt-Durchbruch und darüber hinaus den westlichen Abhang des Gebirges begleiten und die tertiären Thon- und Mergelschichten des centralen Landestheils überlagern. Dies merkwürdige, durch seinen unermesslichen Salzreichthum (der Neogenformation angehörig) ausgezeichnete Land

Digitized by Google

steht in einem auffallenden Gegensatze gegen die peripherischen Landestheile; es ist ein Hügelland mit meist kahlen Höhen ohne prägnante Gestalt, nur schmalen Thalsohlen, über welchen sich steile Abhänge erheben, ein gegen 500 Quadr.-Ml. grosses Gebiet ohne feste Felsmassen. Das wirre Relief, das Fehlen grösserer Ebenen, die Kahlheit weiter Flächen, der in Tertiärschichten lagernde Salzreichthum giebt diesem siebenbürgischen Binnenlande eine gewisse Analogie mit einzelnen Strichen des centralen Sicilien. Welcher Theil Europas könnte sich in Bezug auf allgemeine Verbreitung des Steinsalzes mit dem centralen Siebenbürgen messen, in welchem an 40 Punkten anstehendes Steinsalz, 192 Salzbrunnen und 593 Salzquellen aufgezählt werden (v. Hauer und Stache, Geol. Siebenb. S. 109, und Posepny, Studien aus dem Salinengebiet Siebenb. Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanst. XVII, S. 475—516. 1867)! Auch aus den die westlichen Gehänge der Hargitta bedeckenden Trachyttuff-Schichten heben sich an mehreren Punkten Steinsalzstöcke bis zu Tage empor. So ist der Salzberg von Parajd, welcher sich über einer nahe kreisrunden, 2200 m. im Durchmesser haltenden Basis ca. 90 m. h. über die Thalsohle erhebt, ringsum von Trachytconglomeraten umgeben. In gleicher Lage finden wir den Salzberg von Szovata (beide in den Ursprungsthälern des kleinen Kokel), welcher 2000 m. in der Länge, 600 m. in der Breite bei 70 m. Höhe misst. Die 75 Klm. lange Linie längs des südwestlichen Fusses der Hargitta, von Szekely-Udvarhely an der grossen Kokel bis Vecs oberhalb Sächsisch Regen, bezeichnet eine fast ununterbrochene Reihe von Salinen, Salzquellen, Salzausblühungen. Wie Hr. Posepny nachgewiesen, ist jene Linie der Salzvorkommnisse zugleich »eine Linie von Dislocationen, welche dem anstossenden Tertiärterrain fehlen«. Als wir nach langer Fahrt in der engen Erosionsschlucht der Marosch das grosse Gebirge zwischen Fülehaza und Ratosnya, 30 Klm. oberhalb Sächs. Regen, verliessen, erblickten wir in dem sich plötzlich weitenden, von sanften tertiären Hügeln eingeschlossenen Thal alle Zeichen der Salzzone; Salzefflorescenzen, Salzpflanzen, Sterilität des Bodens. An dem Schlosshügel von Vecs (10 Km. oberh. S. Regen), den die Strasse berührt, beoachteten wir vortrefflich das Hindurchsetzen jener Dislokationslinie, mit südost-nordwestlicher Richtung das Thal überschreitend. Während bis dahin alle Straten nahe horizontale Lagerung zeigten, stellt sich bei Vecs plötzlich ein steiles östliches oder nordöstliches Fallen ein, gegen das in dunklen Massen ansteigende Andesitgebirge hin. Nach den Untersuchungen Posepny's sind es die auf dieser Linie gereihten Salzmassen selbst und ihre fortschreitende Fortführung durch die auflösenden Wasser, welche die in Rede stehenden Dislokationen erzeugt haben.

Nachdem wir einen flüchtigen Ueberblick über das Hargitta-Gebirge gewonnen, erübrigen noch einige Andeutungen über den

Digitized by Google

Büdösch und seine Solfatara, sowie über das Auftreten neuvulkanischer Gesteine bei Heviz, $1^1/_2$ d. Ml. südöstlich Reps. Ueber der Hochebene der Csik (Länge $6^1/_2$ d. Ml., Breite reichlich 1 Ml.; mittlere Höhe 645 m.) erhebt sich, dieselbe gegen Süden abschliessend, mit schöngezeichneten Profillinien das Büdösch-Gebirge, in seinem Culminationspunkte, dem Csomal, die Ebene etwa 650 m. überragend. Das Bad Tusnad, von wo aus wir den Büdösch besuchten, liegt in der engen, waldigen Schlucht des Alt, welcher hier durch die aus Andesit und den zugehörigen Conglomeraten bestehende Gebirgsmasse sich einen Weg aus der Csik in die Haromszek gebahnt hat. Hohe Kastell-ähnliche Felsen von röthlichem Andesit ragen über den Tannenwäldern empor. Zwischen Tusnad und dem 1 d. M. südlich liegenden Bükszad wölbt sich über dem Spiegel des Alt's der weitberufene »hängende Fels« (od. Hohler Stein, Lukaskö), eine gewaltige Masse von schwarzem Andesit-Conglomerat, welche durch die Erosion ausgebrochen, eine natürliche Wölbung bildet, unter der das Wasser des Alt hindurchfliesst. Derartige abenteuerliche Felsgestalten gehören hier stets nur den grossblockigen Conglomeraten, niemals den festen Trachyten an. Auf diesem festverbundenen Conglomerat ruhen, weiter gegen Bükszad hin lockere Straten von weissem trachytischem Tuff, dessen Elemente durch Verwitterung zuweilen fast ganz bimsteinähnlich werden. Dennoch scheint kein wahrer Bimstein hier vorzuliegen, ebensowenig wie in der Umgebung der Schwefelhöhlen (s. v. Hauer u. Stache, Geol. Siebenb. S. 317). In Bükszad (635 m. h.) verliessen wir das Thal des Alt und wanderten meist durch prachtvollen Laubwald zu dem wasserscheidenden Gebirgsrücken 1052 m. h. empor. Unser Weg, der durch sanft ansteigende Thäler führte, bleibt nahe der Gesteinsgrenze zwischen Andesit, welcher gegen Nord das Büdösch-Gebirge, vom Csomal bis zum Balvanyosberge, bildet und dem eocänen Sandstein, dem Flysch, dessen Berge ringsum die Ebene der Haromszek (der Dreistühle) umgeben. Diese Grenze, meist durch Verwitterungsprodukte und eine mächtige Humusschicht bedeckt, scheint eine vielfach gewundene Linie zu beschreiben. Wahrscheinlich ruhen auch viele isolirte Sandsteinschollen dem Andesit auf. Eine Veränderung des sedimentären in der Nähe des vulkanischen Gesteins ist nirgend wahrzunehmen. Am westlichen Gehänge des Büdösch und auf jener flachgewölbten Passhöhe, über welcher gegen Norden in jähem Anstieg noch 100 m. die Andesitwand des Büdöschhegy emporsteigt, drängen sich, mehr als in irgend einem anderen Theile des an Mineralquellen reichen Szeklerlandes, die Quellen zusammen. Die Gesteinsgrenze und die durch dieselbe bedingten Dislocationen haben hier offenbar den unterirdischen Wasserläufen die Wege erschlossen. In einer flachen, etwas sumpfigen Thalmulde noch weit unterhalb vom Wassertheiler, sahen wir in ansehnlicher Ausdehnung kohlensäurereiche,

Digitized by Google

Eisenocker absetzende Quellen hervorbrechen und wurden an die gleiche Erscheinung in unserem Wehrer Anger erinnert. An verschiedenen Punkten waren die Quellenmündungen zu Badebassains umgestaltet (Fürdö) und Holzhütten darüber gebaut. Hier wogte das Wasser von grossen Gasblasen auf und über dem Wasserspiegel ruhte eine schwere Schicht von Kohlensäure, welche beim Baden zur Vorsicht mahnte. Eine ungewöhnliche Mannichfaltigkeit der chemischen Zusammensetzung zeigen die zahlreichen Quellen, welche nahe der Passhöhe in der obersten Thalmulde des Balvanyos-Patak hervortreten und hier gleich dem Gase der Schwefelhöhle zu Heilzwecken benutzt werden. Es sind theils Kohlensäuerlinge, welche Kalktuff und Eisenocker absetzen, theils stark salzig schmeckende, theils solche von untrinkbar saurem Geschmack. Eine der Quellen ist so reich an freier Schwefelsäure, dass Pflanzenasche, auf welche man das Wasser giesst, stark aufbraust. Diese Quellen, welche bei der stärkend hohen Lage des Orts, der erfrischenden Waldluft, wahrscheinlich in Zukunft zur Anlage eines Bades auffordern, werden jetzt von Prof. Fleischer in Klausenburg einer genauen Analyse unterworfen. Eine erhöhte Temperatur zeigt sich weder bei irgend einer dieser Quellen, noch auch — wie es irrthümlicher Weise mehrfach behauptet wurde — in der Schwefelhöhle. Diese berühmte und wunderbare Höhle öffnet sich am südlichen Gehänge der Andesitwand des Büdöschhegy, etwa 50 m. über der Passebene, von welcher aus sie wie eine klaffende Spalte erscheint. Der Weg dorthin (¼ St.) führt zunächst über Massen von Kalktuff, dann betritt man zersetzten Andesit. An verschiedenen Punkten dringt schon hier — wie der Geruch verräth — aus dem verwitterten, fast vegetationslosen Gehänge Schwefelwasserstoffgas hervor. Die Höhle ist ein ausgebrochener Theil einer Spalte oder Zerklüftung, deren Spur man auf einer ansehnlichen Strecke an der steilen Andesitwand verfolgen kann. Die Höhlenmündung misst etwa 2 m. in der Breite, 2 in der Höhe; die Tiefe der Höhle beträgt 8 bis 10 m. Der Boden der Grotte senkt sich vom Eingang etwa 2 m. abwärts gegen den Hintergrund. Bei unserem Besuche schien die Mittagssonne in den vorderen Theil der Höhle und erleuchtete einen gelben Schwefelüberzug, welcher die Höhlenwandung genau bis zur Höhe der Schwelle bekleidet. In demselben Niveau schwebte eine Schicht höchst feinen Schwefelstaubes, welcher sich offenbar aus dem Schwefelgase dort abschied, wo dasselbe mit der Atmosphäre sich berührte. Durch diesen, aufs Feinste zertheilten Schwefel wurde auch der schwere Gasstrom sichtbar, welcher über die Schwelle der Grotte herausfloss. Im hinteren Theile derselben träufelt Hydrosulfid(H_2S)-haltiges Wasser herab, welchem bei Augenleiden eine heilsame Wirkung zugeschrieben wird. Das Höhlengas, welches aus unsichtbar kleinen Oeffnungen des Bodens hervordringt, ist nach einer neueren Unter-

Digitized by Google

suchung des Prof. Fleischer vorzugsweise Kohlensäure, welchem einige Procente Hydrosulfid beigemengt sind. Man kann in die Höhle hineingehen, so lange der Kopf sich über dem, durch die Höhe des gelben Schwefelüberzugs bezeichneten Niveau des tödtlichen Gasgemenges befindet. Ein Untertauchen oder Niederwerfen hat augenblicklichen Tod zur Folge. — In unmittelbarer Nähe dieser Büdösch-Höhle oder Solfatare befinden sich, offenbar auf derselben Spalte noch zwei andere, kleinere: die Tcinsós oder Alaunhöhle und die Gyilkos oder Mörderhöhle, welche vorzugsweise mit Kohlensäure erfüllt sind. Aus dem Fehlen des gelben Ueberzugs in diesen beiden letzteren Höhlen kann man auf Abwesenheit von Hydrosulfid im Gasgemenge schliessen. Die Gasexhalationen, welche mit Quellen am Fusse der Felswand in der hohen Thalmulde zu Tage treten, haben offenbar denselben Ursprung, wie die Höhlengase. Jene treffen in der Tiefe Wasseradern, während diese bei ihrer hohen Ausströmungsöffnung keiner Quelle begegnen, mit der sie sich verbinden könnten. Rings um die Höhlen ist das Gestein in mannichfachster Weise zersetzt; theils haben sich kaolinartige Massen gebildet, theils sind schwefelsaure Verbindungen erzeugt. Gediegener Schwefel wurde früher an mehreren Punkten des Büdöschhegy gewonnen. Das frische Gestein des Büdöschgebirges, wie es die Felswand und den 4 Klm. gegen Ost liegenden Kegel Balvanyos (1053 m.) zusammensetzt, ist wesentlich dasselbe Gestein, wie es bereits oben vom Annensee geschildert wurde, ein Oligoklas-Andesit. Es erhellt dies auch aus der von Hrn. Stud. Fr. Koch ausgeführten, mir gütigst mitgetheilten Analyse einer sehr frischen Gesteinsvarietät.

Andesit aus dem Büdösch-Stock.

Kieselsäure	63,49 Ox. =	33,86
Thonerde	20,54	9,57
Eisenoxyd	5,53	1,66
Manganoxydul	0,31	0,07
Kalk	3,39	0,96
Magnesia	0,23	0,09
Kali	1,61	0,27
Natron	3,52	0,90
Glühverlust	0,86	
	99,48	

Sauerstoffquotient 0,399.

Im westlichen Theile des Büdöschgebirges, ca. 300 m. über der tiefen Erosionsschlucht des Alt ruht in einsamster Berg- und Waldumgebung der berühmte Sanct' Annen-See oder Szt. Anna-Tó, eine in ganz Ungarn einzigartige Erscheinung. Durch das Altthal von der Hargitta getrennt, zieht der Trachytrücken noch etwa 10 Klm. mit westöstlicher Richtung und abnehmender Breite bis zu dem

Digitized by Google

durch das Stammschloss der Familie Apór gekrönten Balvanyos-Kegel, um alsdann unter den Sandsteinmassen der Flyschhöhen zu verschwinden. Die westliche Hälfte jenes Rückens erreicht eine mittlere Höhe von 1100 bis 1200 m. und breitet sich zu einem Plateau aus, über dessen nördlichem Rande der Csomal bis 1300 m. sich erhebt und zugleich den Culminationspunkt des Büdöschstocks bezeichnet. In jenes Plateau, am südlichen und südöstlichen Fusse des Csomal, sind zwei runde Becken eingesenkt; der Mohosch-Tó oder Moor-See (gegen Ost) und der Anna-Tó (gegen West).

Der erstere ist eine etwa 1 Klm. im Durchmesser haltende kreisrunde Sumpfebene, aus welcher 8 bis 10 kleine Wasserstellen, die sog. Meeraugen hervorschauen. Während der Mohosch-tó nur wenig in die breite Wölbung des Andesitrückens eingesenkt ist, liegt der durch höchsten landschaftlichen Reiz gezierte Anna-tó in einem trichterförmigen Kessel. Von dem Sumpf und See scheidenden Querwall steigt man 125 m. steil hinab in die waldige Tiefe, welche die dunkle Wasserfläche birgt. Die Dimensionen des Sees (951 m. h.) sind nach gefälliger Mittheilung des Pfarrers Carl Horvath zu Gyergyo Alfalu, welcher im Winter den See und seine Tiefe auf dem Eise mass, die folgenden: grösster Durchmesser (SW—NO) 618 m. — 326 Klafter —; kleinster 417,2 m. — 220 Kl. —; Tiefe 11,3 m. — 6 Kl. Der ebene Uferrand ist nur schmal; über demselben erhebt sich der Wall am höchsten gegen Nord, im Csomal, 1300 m; gegen West bis 1200, gegen Süd und Ost bis 1100 m. In 20 Min. umwanderten wir den See, welcher in hohem Grade an das Gillenfelder Maar oder auch an den See von Nemi erinnert. Anstehendes Gestein bietet sich dem Auge am Ufer des rings umwaldeten Sees nicht dar; die Gerölle, welche den schmalen Strand bedecken, bestehen aus ein und derselben Varietät des Oligoklas-Andesit's, welche oben geschildert wurde. Der rings geschlossene Wald (um den See ein Kranz von Tannen, in der Höhe Laubholz) wird nur an einem Punkte des westlichen Gehänges durch eine Steinhalde unterbrochen. Trotz der Aehnlichkeit mit einem Maar oder Kratersee kann der Anna-tó dennoch nicht gleich diesen irgend einer eruptiven Thätigkeit seine Entstehung verdanken. Kein Krater oder Maar ohne Auswurfsmassen; diese aber fehlen durchaus in der Umgebung des Annensees, welcher demnach wohl nur durch einen Einsturz erzeugt sein kann. Die Aehnlichkeit mit einem erloschenen Krater tritt überraschend hervor, wenn man vom Gipfel des Csomal auf die von steilen waldigen Gehängen umschlossene dunkle Wasserfläche herabblickt. Der Weg hinab nach Bad Tusnad führt durch felsige Thäler, welche zum Theil mit ungeheuren Massen riesiger Andesitblöcke erfüllt sind. Diese Felsenmeere gleichen vollkommen denen der Granitgebirge.

In dem weiten Gebirgskreise, welcher sich vom Csomal dem

Digitized by Google

Auge darbietet, zieht namentlich ein Punkt, der Alt-Durchbruch durch das Persanyer-Gebirge und der Berg von Also-Rakos, 5 d. M. fern, den Blick auf sich. In dieser, 1 d. Ml. langen, das Gebirge quer durchschneidenden Schlucht, wiesen Dr. Herbich 1866 (Verh. des siebenb. Vereins für Naturw. Bd. XVII, 171) und Prof. Tschermak 1869 (die Porphyrgesteine Oesterreichs, S. 220—229) das Auftreten mehrerer ausgezeichneter und zum Theil seltener Gesteine nach, deren Bestimmung und genaue Untersuchung wir dem letzteren verdanken. Es sind: Porphyrit (in hellgrauer oder blassrother Grundmasse kleine Plagioklaskrystalle), Melaphyr (dunkel rothgrau, zuweilen mandelsteinartig: Plagioklas, Augit, Chlorophäit, Magnetit, Calcit, Delessit, Chalcedon), Olivingabbro (bestehend aus einem schwarzgrünen, feinkörnigen Olivin, aus deutlich spaltbarem, olivengrünem bis tombakbraunem Diallag und Bronzit, sowie aus rundlichen weissen Körnern von Anorthit und Magnetit), Serpentin (innig verbunden mit dem Olivingabbro, häufig Schillerspath oder Bastit enthaltend). Ein Theil dieser Gesteine tritt nach Tschermak aus Schichten von Jurakalk hervor, andere schienen ihm ältere Schichten, vielleicht Schiefer der Triasbildungen, zu durchbrechen. Etwas oberhalb Also-Rakos hören die Durchbrüche dieser älteren Eruptivgesteine auf und es beginnen die vulkanischen Massen, welche sich gegen Heviz ausbreiten. Wir bestiegen einen nördlich Also-Rakos aufsteigenden, von Ost nach West langgestreckten Hügel, dessen unteres und mittleres Gehänge aus einem sehr festen und homogenen, lichtgrauen, schiefrigen Trachyttuff (die sog. Palla) gebildet, während die Firste aus Basalt, in schönen Säulen abgesondert, besteht. Durch Schichten von vulkanischen Tuffen, aus denen an mehreren Stellen Massen von Basalt hervorragen, setzt der Altfluss in starken Krümmungen seinen Lauf nach Heviz (i. e. Heisswasser) fort. Von diesem szeklerischen Dorfe an erweitert sich das Flussthal zu einer breiten Ebene, welche sich über Fogarasch bis in die Hermannstädter Gegend erstreckt und das tertiäre Binnenland zunächst vom Persanyer Gebirge, alsdann von den hohen transsylvanischen Alpen (Königstein 2247 m., Orlalui 2477 m., Butyan 2515 m., Negoi 2548 m.) scheidet. Gar prachtvoll thürmt sich diese Kette auf, wenn man von der Sachsenstadt Reps (am Fusse der Rupes, der Basaltkuppe) kommend, die Thalebene bei Heviz erreicht. Von hier begaben wir uns nach dem südlich, nur 3 Klm. fernen Hidegkut (Kaltbrunn) und erstiegen nun die Vorhöhe des Persanyer Gebirges. Zunächst steht mit steilen Klippen älterer Kalkstein an, dann folgt ein sanft ansteigendes Gehänge, welches durch vulkanische Tuffe gebildet wird. Sie ruhen auf Congerienschichten (jüngstes Neogen), wie Herbich wohl zuerst wahrnahm. Diese Tuffe zeigen den unverkennbaren Charakter von Rapillistraten, welche durch atmosphärischen Auswurf gebildet wurden. Bald fanden wir auch in

Digitized by Google

grösster Menge die Olivinkugeln, welche, zum Theil noch von einer Schlackenhülle umgeben, den Kugeln von Dreis und Dockweiler vollkommen analog sind. Auf dem frischen Bruch stellen diese Bomben von Hidegkut zuweilen ein gar prächtiges Mineralgemenge dar. Neben grünlichgelbem Olivin bestimmte Prof. Koch schwarzen Augit und grasgrünen Omphacit. Ein durch Dr. Herbich gesammelter faustgrosser Einschluss der basaltischen Lava ist nach Hrn. Koch ein grobkörniges Gemenge von Olivin, Augit, Omphacit und Pyrop. — Je höher wir an dem sanften, mit Rapillimassen überstreuten Abhange emporstiegen, um so mehr gemahnten die umherliegenden Wurfschlacken an die Nähe eines Kraters. Als wir die Höhe erreicht hatten, erblickten wir wohl aus Schlackenconglomeraten aufgebaute Rücken, durchaus erinnernd an kurze wenig gekrümmte Wallränder, wie sie z. B. in der Vulkangruppe zwischen Plaidt und Ochtendung als Reste zerstörter Krater erscheinen: indess wollte uns die sichere Lokalisirung des Ausbruchs und der bestimmte Nachweis des Kraters bei unserem nur flüchtigen Besuche nicht gelingen. Es würde dieser »Vulkan von Heviz« ein dankbarer Gegenstand genauer Untersuchung und kartographischer Darstellung sein, welche wir wohl von Hrn. Prof. Koch erwarten dürfen. Am flachgeneigten Gehänge gegen Heviz hinabsteigend, erblickten wir unmittelbar vor dem Dorfe einen Punkt, welcher beweist, dass nicht nur Schlacken und Olivinbomben aus dem erloschenen Krater ausgeschleudert wurden, sondern dass ihm auch ein Lavastrom entströmte. Ein tiefer Hohlweg entblösste nämlich eine in vertikale Säulen gegliederte, basaltische Lavamasse, welche auf einer plattig abgesonderten, scheinbar gleichen Masse ruhte. Eine genauere Untersuchung war nicht möglich; denn ein schon lange drohendes Unwetter brach unter wolkenbruchartigem Regen und nächtigem Dunkel los. Wir mussten eilen, Heviz zu erreichen.

Herr Dr. Ph. Bertkau sprach über einige seltenere oder merkwürdige Spinnen der Bonner Fauna. *Atypus Sulzeri*, ein Vertreter der tropischen Vogelspinnen, findet sich recht häufig an sonnigen Bergabhängen, wo diese Spinne eine Röhre gräbt und dieselbe mit Gespinnst austapeziert. Die ♂ sind weit seltener zu finden und scheinen überhaupt keine Röhre zu verfertigen, da man sie nur zur Paarungszeit mit ♀ in einer Röhre zusammen findet. *Pyrophorus formicarius* ist ausgezeichnet durch den deutlich abgesetzten vorderen Theil des Cephalothorax, der ausser den Fresswerkzeugen auch das erste Beinpaar umfasst. *Pholcus opilionoides*, eine im Süden einheimische Art, findet sich neben *Episinus truncatus* ziemlich häufig auf der Wolkenburg im Siebengebirge; der ersteren Art fehlt das Tracheensystem gänzlich. Bei der ebenfalls wohl nur eingewanderten *Scytodes thoracica* ist das Tracheensystem auf die

Digitized by Google

beiden äusseren Röhren reducirt. Die Uebertragungsorgane an den Tastern der ♂ sind hornig und bilden mit dem letzten Tasterglied eine Art Scheere. Der das Sperma aufnehmende Canal macht $1^1/_2$ Windungen und wird vom Blut umspült. Die Spermatozoen sind auch hier (wie bei den beiden folgenden Gattungen) zu Spermatophoren vereinigt. Die Gattungen *Dysdera* und *Segestria* besitzen ein hochausgebildetes Tracheensystem, hornige Uebertragungsorgane, die bei *Segestria* in eine feine Spitze auslaufen. Die *vasa efferentia* scheinen, bei *Segestria* wenigstens, an dem Hüftgliede des ersten Beinpaares auszumünden. Indem die Spitzen der Uebertragungsorgane in diese Mündungsstelle eingesenkt werden, werden die Spermatophoren in den Samencanal hineingepresst. Schliesslich zeigte der Vortragende noch vier Schlupfwespengattungen vor, die derselbe aus Spinneneiern erzogen hatte.

Professor Andrä beschränkte sich in Rücksicht der zum Schluss drängenden Zeit auf nachstehende Mittheilungen. Er zeigte zunächst der Versammlung an, dass die ausgezeichnete Sammlung von Steinkohlenpflanzen des Eschweiler Bergwerksvereins, welche sich bisher zu Eschweiler-Pumpe befand, nach Bonn übersiedeln und hier als eine besondere Abtheilung in dem Museum des Naturhistorischen Vereins Aufstellung finden werde. Die Sammlung ist desshalb von grosser Bedeutung, weil viele zum Theil seltene Arten in zahlreichen Bruchstücken vertreten sind, und daher der Formenkreis dieser Pflanzen oft mit Sicherheit zu ermitteln und abzugränzen ist. Sie hat bereits mehreren Fachgenossen und dem Redner selbst das Material zu wissenschaftlichen Publicationen geliefert und ist von diesem vor Jahren auf Anregung des damaligen Directors der Eschweiler Gesellschaft, Bergmeister Baur, zum allergrössten Theil sorgfältig bestimmt worden. Da die Sammlung an ihrem bisherigen Aufbewahrungsorte wegen leichter Zersetzbarkeit vieler Gesteinsbruchstücke schon gelitten hatte so wie auch fernerhin gefährdet war und es sehr wünschenswerth erschien, sie der wissenschaftlichen Benutzung zugänglicher zu machen, so entschloss sich der Vorstand des Eschweiler Bergwerksvereins, in richtiger Würdigung jener Umstände, sie der Obhut des Naturhistorischen Vereins anzuvertrauen, wofür dieser sich sehr dankbar verpflichtet fühlt. Ein Theil der schönen Sammlung war in diesem Jahre auf der Internationalen Gartenbau-Ausstellung in Köln ausgelegt worden und wurde durch Verleihung der Goldenen Medaille ausgezeichnet. — Der Vortragende zeigte hierauf noch zwei Früchte einer baumartigen Euphorbiacee, *Hura crepitans* vor, mit welchen ihrer explodirenden Eigenschaft wegen vorsichtig umzugehen ist. Sie wurden in grösserer Anzahl auf der Internationalen Gartenbau-Ausstellung in Köln feilgeboten und zogen durch ihr eigenthümliches zierliches Aussehen öfters

Digitized by Google

Käufer an. Sie gleichen in der Gestalt etwa einem kleinen zusammengedrückten, unter dem Namen Türkenbund bekannten Kürbis, und haben fast 8 Centimeter Durchmesser, wobei die sie bildenden 12 Karpellen randlich mit verrundeten Wülsten hervortreten, zwischen denen entsprechende Einkerbungen liegen. Die schwärzlichen Früchte waren ganz verholzt und sehr hart. Von den vorliegenden war eine kurze Zeit nach dem Ankauf bei Nacht unter so lebhafter Detonation zertrümmert worden, dass Redner in seinem an den Aufbewahrungsort anstossenden Schlafzimmer davon erwachte, über die Ursache aber erst am folgenden Morgen klar wurde, als er die nach allen Richtungen zerrissenen Bruchstücke der Frucht und ihre Samen wie die Theile einer explodirten Granate strahlenartig bis in die äussersten Winkel eines ziemlich grossen Zimmers zerstreut fand. Das zweite nach diesem Vorfall erworbene Exemplar konnte noch intact der Versammlung vorgelegt werden. Das Explodiren dieser Früchte ist übrigens bekannt, worauf schon der Name *crepitans* hinweist. Bemerken wollen wir noch, dass sie 60 bis 80 Fuss hohen Bäumen entstammen, deren Heimath namentlich Westindien, Mexico und Guyana ist.

Herr Professor Schaaffhausen legte zahlreiche Steingeräthe und andere Funde aus der Klusensteiner Höhle so wie aus der bei Lethmathe gelegenen Martinshöhle vor, über die er ausführlich bei der Anthropologen-Versammlung in München berichtet hat, da die Ausgrabungen auf Kosten der deutschen Anthropologischen Gesellschaft gemacht worden sind. Er bemerkt, dass nur mit grösster Vorsicht aus dem Zusammenliegen der Fossilien im Höhlenboden auf ein gleiches Alter derselben geschlossen werden dürfe, indem das Wasser, welchem die Höhlen ihre Bildung verdanken, wiederholt die älteren Einschwemmungen wieder umgewühlt habe. Während die zuletzt untersuchte neue Wilhelmshöhle bei Heggen eine Menge vorweltlicher Thierreste geliefert, aber keine Spuren des Menschen, habe die Martinshöhle an Feuersteingeräthen eine reiche Ausbeute ergeben. Da diese gerade im Eingange der Höhle sich finden, so liegt der Schluss nahe, dass sie hier gefertigt, dass sie nicht durch das Wasser von oben eingeflösst worden sind. Nur einzelne der meist kleinen, aber zierlich von den Kernen abgeschlagenen Splitter oder Spähne lassen sich als Pfeilspitzen deuten; es ist schwer zu sagen, wozu die anderen gedient haben mögen. Wiewohl sie zahlreich zwischen den Mahlzeitresten liegen, so lassen die wegen des Markes aufgeschlagenen Röhrenknochen, die bis jetzt nur lebenden Thiergeschlechtern angehören, doch nicht erkennen, dass sie mit diesen Steinmessern geschabt oder geritzt sind. Vielleicht wurden diese in Holz eingefügt als Zähne einer Säge oder eines Ackergeräthes, eine Verwendung, die noch

Digitized by Google

bei rohen Völkern in Gebrauch ist. Der Redner schliesst mit einigen Bemerkungen über das stets tiefere Sinken der Wasserläufe im Kalkgebirge, so dass die Höhlen an den Wänden eines Thales als Zeitmesser für die Auswaschung desselben dienen und die höchstgelegenen die ältesten sind, was mit einer gewissen Einschränkung auch für die in ihnen enthaltenen organischen Einschlüsse gilt.

Herr Landesgeologe Dr. C. Koch legte ein Stück Quarz vor, welches der Sammlung des Naturhistorischen Vereins angehört und von der Aussenfläche eines Felsens herrührt, welcher das aus dem Boden hervorragende Ausgehende eines mächtigen Quarzganges im Sericitschiefer bildet und unter dem Namen des Grauen Steins bei Naurod in der Gegend von Wiesbaden bekannt ist. Dieser Gang streicht in H. $10^3/_4$ bis 11 und bricht mit dem bezeichneten Felsen gegen Nord ab. An dessen Oberfläche, welche am Boden eine Breite von 3,5 M. besitzt, zeigt sich eine eigenthümliche Glättung, die sich auch auf der Ostseite des Felsens fortsetzt und in südlicher Richtung nach und nach aufhört. Die Glättung ist durchaus verschieden von den Gletscherschliffen (Rundhöckern), von dem Aussehen der Phorphyrfelsen bei Wurzen, welches der Einwirkung von Sandtriften unter Mitwirkung der Meeresbrandung zugeschrieben wird, oder den Glättungen in der africanischen Wüste, wie sie durch den Flugsand herbeigeführt werden. Wenn irgend ein Vergleich dieser Glättung gestattet ist, so kann sich derselbe nur auf solche beziehen, die in Höhlen an sehr engen Stellen beobachtet sind, wo sich die Höhlenthiere vielfach vorbeigedrängt haben. Einige solcher Glättungen sind aus Höhlen in England beschrieben. Wir besitzen ein ausgezeichnetes Beispiel davon in der Klusensteiner Höhle an der Hönne. Es mag daher die Annahme, dass die Glättung von Quarzfelsen des Grauen Steins von dem Reiben der grossen Pachydermen herrührt, deren Knochen in den nahen Diluvial-Ablagerungen häufig gefunden werden, einer weiteren Prüfung unterzogen werden.

Eine hierauf noch in Aussicht gestellte botanische Mittheilung des Herrn G. Becker musste wegen bereits abgelaufener Zeit unterbleiben, und es erfolgte der Schluss der Sitzung gegen 3 Uhr. Ein grosser Theil der Anwesenden vereinigte sich noch zu einem gemeinsamen Mittagsessen in der Lese- und Erholungsgesellschaft und verweilte daselbst in anregendster Unterhaltung bis zur späten Abendstunde.

Digitized by Google

Verzeichniss der Schriften, welche der Verein während des Jahres 1875 erhielt.

a. Im Tausch:

Von dem Gewerbeverein in Bamberg: Wochenschrift, 23. Jahrgang No. 31—34; 35. 36. Register und Titelbogen 1874. 24. Jahrg. 1875. No. 1—6; 7—14; 15—20; 21—26. Beilage, 14. Jahrg. No. 12. 15. Jahrg. 1875. 1—4; 5—7; 8. 9. 11.

Von der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften in Berlin: Monatsbericht, 1874. September, October, November, December. Register vom Jahre 1859—1873. 1875. Januar, Februar, März, April, Mai, Juni, Juli, August.

Von der Deutschen Geologischen Gesellschaft in Berlin: Zeitschrift, XXVI. Bd. 4. Heft. 1874. XXVII. Bd. 1. und 2. Heft 1875.

Von dem Preussischen Gartenbauverein in Berlin: Monatsschrift, Januar-December 1874.

Von dem Botanischen Verein für die Provinz Brandenburg zu Berlin: Verhandlungen, 16. Jahrg. 1874.

Von dem Entomologischen Verein in Berlin: Zeitschrift, 19. Jahrg. 1875. 1. Heft. Tafel IV zu Jahrg. 1872.

Von der Gesellschaft Naturforschender Freunde in Berlin: Sitzungsberichte aus dem Jahre 1874; Festschrift zur Feier des 100jährigen Bestehens der Gesellschaft. 1873.

Von dem Naturwissenschaftlichen Verein in Bremen: Abhandlungen, IV. Bd. 2. u. 3. Heft. 1874 u. 1875. Beilage No. 4 zu den Abhandlungen. 1874.

Von der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur in Breslau: 50. Jahresbericht 1873. Abhandlungen, Abth. für Naturw. u. Medicin, Philosoph.-histor. Abth. 1872/73. 51. Jahresbericht, 1873. Abhandlungen, Philosoph.-histor. Abth. 1873/74. 52. Jahresbericht. 1874. Festgruss der Schles. Gesellsch. an die 47. Versammlung deutscher Naturforscher u. Aerzte. Breslau. 18. Sept. 1874.

Von dem Naturforschenden Verein in Brünn: Verhandlungen, XII. Bd. 1. u. 2. Heft. 1874.

Von der Mährisch-schlesischen Gesellschaft für Ackerbau, Natur- und Landeskunde in Brünn: Mittheilungen, 54. Jahrg. 1874.

Von der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig: Schriften, Neue Folge. 31. Bd. 3. Heft.

Von dem Verein für Erdkunde in Darmstadt: Notizblatt, III. Folge, XIII. Heft. No. 145—156. 1874.

Von der Leopoldinisch-Carolinischen Akademie der Naturforscher in Dresden: Leopoldina, Heft X. No. 9—10; 11—12; 13—15. (Bd.

Digitized by Google

XXXVI). 1874. Heft VI—IX (Bd. XXXVI). Heft XI. No. 1—2; 3—4; 5 u. 6; 7—8; 9—10; 11—12; 13. 14—16. Heft XI. 17—18. 1875.

Von dem Naturhistorischen Verein Isis in Dresden: Sitzungsberichte, Jahrg. 1874. April bis September. 1872. October bis December. 1873. Januar bis März.

Von Herrn Liesegang in Düsseldorf: Photographisches Archiv, XV. Jahrg. No. 307. 308. 309. 310. 311. 312. 313. 314. 315. 316. 317. 318—320. XVI. Jahrg. 321. 322.

Von der Naturforschenden Gesellschaft in Emden: Kleine Schriften, XVII. — Ergebnisse der Witterungsbeobachtungen von 1864—1873.

Von der Senkenbergischen naturforschenden Gesellschaft zu Frankfurt a. M.: Bericht 1873—1874. Abhandlungen, Bd. IX. III. u. IV. Heft.

Von dem Verein für Naturkunde in Fulda: II. Bericht. 1869—1874. (1875). III. Bericht. 1874—1875. (1875).

Von der Oberlausitzischen Gesellschaft der Wissenschaften in Görlitz: Neues Lausitzisches Magazin, 51. Bd. 1874.

Von der Naturforschenden Gesellschaft in Görlitz: Abhandlungen, 15. Bd. 1875.

Von dem Naturwissenschaftlichen Verein für Steiermark in Graz: Mittheilungen, Jahrg. 1874.

Von dem Verein der Aerzte in Steiermark in Graz: Sitzungsberichte, XI. Vereinsjahr. 1873—1874.

Von dem Naturwissenschaftlichen Verein für Sachsen und Thüringen in Halle: Zeitschrift, Neue Folge. 1874. Bd. X. (XLIV. Bd.). Bd. XI. (XLV. Bd.). Januar bis Juni 1875.

Von dem Naturwissenschaftlichen Verein in Hamburg: Abhandlungen, VI. Bd. 1. Abth. 1873.

Von der Naturhistorischen Gesellschaft in Hannover: 23. Jahresbericht, 1872—73. (1874). 24. Jahresbericht, 1873—74. (1874).

Von der Redaction des Neuen Jahrbuchs für Mineralogie, Geologie und Paläontologie in Heidelberg: Jahrgang 1874. 8. u. 9. Heft. 1875. 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. Heft.

Von dem Naturhistorisch-medicinischen Verein in Heidelberg: Verhandlungen, Neue Folge. Bd. I. Heft 2.

Von dem Siebenbürgischen Verein für Naturwissenschaften in Hermannstadt: Verhandlungen u. Mittheilungen. Jahrg. XXV.

Von der Medizinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft in Jena: Zeitschrift, 8. Bd. Neue Folge. 1. Bd. Heft 4. — 9. Bd. Neue Folge. 2. Bd. 1. 2. 3. 4. Heft. 1875.

Von dem Ferdinandeum für Tirol und Voralberg in Innsbruck: Zeitschrift, 3. Folge. 19. Heft. 1875.

Von der Bibliothek der Leipziger Universität: Beitrag zur Kenntniss einiger Insectenlarven v. W. H. Rolph. Ueber Kaumuskeln und

Digitized by Google

Kaumechanismus bei den Wirbelthieren v. Ernst von Teutleben. Untersuchungen über die Zähne niederer Wirbelthiere v. Fr. Heincke. Beiträge zur Embryologie der Monocotylen und Dicotylen v. H. Emil Fleischer. Ueber die Entwickelungsgeschichte und den Bau einiger Samenschalen v. Georg Lode. Ueber Keimung, Bestockung und Bewurzelung der Getreidearten v. Josef Ekkert. Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Trichome v. Oscar Uhlworm. Untersuchungen über das Längenwachsthum der Wurzel und des hypokotylen Gliedes v. Richard Strehl. Ueber die Bedeutung des Wassers in den Pflanzen v. Arthur Schleh. Mikroskopische Untersuchungen von Felsiten und Pechsteinen Sachsens v. Ernst Kalkowsky. Die mineralogische und chemische Zusammensetzung der Granitprophyre v. Joseph Julius Baranowsky. Die Elasticität von Kalkspathstäbchen v. Gustav Baumgarten. Ueber Cyankohlensäure, ihre Aether und Derivate (Habilitationsschrift) v. Dr. A. Weddige. Die chemische Constitution des Bleichkalkes v. Wilh. Wolters. Ueber Cymolmercaptan und Versuche zur Aufklärung der Constitution des Thymols v. Martin Bechler. Ueber Phenylaether geschwefelter Phosphorsäure v. Felix Schwarze. Ueber Nitrocarbol v. Reinhard Preibisch. Ueber die Einwirkung von Benzoylchlorid auf Rhodankalium in Alkoholischer Lösung v. Linné Lössner. Mikroskopische Untersuchungen über Diabase v. Joh. Friedr. Ernst Dathe. Ueber Cinchonin und verwandte Verbindungen v. W. Zorn. Die organischen Bedingungen der Entstehung des Willens v. Peter Chmielowsky. Bedingungen des Bewusstwerdens v. Julian Ochorowicz. Die Principien der menschlichen Erkenntniss nach Descartes v. P. Joh. Schmid. Die Hauptpuncte der Rousseau'schen Pädagogik v. Wojslaw Bakitsch. Die Gemeinde und ihr Finanzwesen in Frankreich v. Victor von Brasch. Das Salz v. Affred Schmidt. Ueber Einigungsämter und gewerbliche Schiedsgerichte v. Eduard Lotichius. Einige Erörterungen über das Schweizerische Eisenbahnwesen v. Alfred Geigy. Die Rübenzucker-Industrie Russlands v. Arthur von Bönicke. Die Battas in ihrem Verhältniss zu den Malaien von Sumatra v. A. Schreiber. 42 Dissertationen philologischen Inhalts.

Von der Königlich bayerischen Akademie der Wissenschaften in München: Sitzungsberichte der math.-phys. Classe. 1874. Heft III. 1875. Heft I. II. Dr. E. Erlenmeyer: Ueber den Einfluss Justus v. Liebig's auf die Entwickelung der reinen Chemie. L. Radlkofer: Monographie der Sapindaceengattung Serjania.

Von dem Verein der Freunde der Naturgeschichte in Neubrandenburg: Archiv, 28. Jahrg. 1874.

Von der Pollichia, naturwissenschaftlicher Verein in Dürkheim a. d. H.: XXX—XXXII. Jahresbericht. 1874. Nebst Nachtrag zum XXVIII. u. XXIX. Jahresbericht.

Digitized by Google

Von dem Landwirthschaftlichen Verein in Neutitschein: Mittheilungen, XIII. Jahrg. 1875. No. 1. 2. 4. 5. 6. 7. 9. 10.

Von dem Naturhistorischen Verein Lotos in Prag: Lotos, 24. Jahrgang. 1874.

Von der K. Böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften in Prag: Sitzungsberichte, 1874. No. 6. 7. 8. 1875. 1. 2. Abhandlungen der math.-naturw. Classe. VI. Folge. VII. Bd. No. 1—5.

Von dem Zoologisch-mineralogischen Verein in Regensburg: Correspondenzblatt, 28. Jahrg. Abhandlungen, Zehntes Heft. München 1875.

Von der Botanischen Gesellschaft in Regensburg: Flora, Neue Reihe, 32. Jahrg. 1874.

Von dem Entomologischen Verein in Stettin: Entomologische Zeitung, 35. Jahrg. 1874.

Von der Gesellschaft für rationelle Naturkunde in Württemberg in Stuttgart: Württembergische naturw. Jahreshefte. 31. Jahrg. Heft I—III.

Von der Gesellschaft für nützliche Forschungen in Trier: Jahresbericht 1872 u. 73. (1874).

Von der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien: Sitzungsberichte, Jahrg. 1873. 1. Abth. LXVIII. 3.—5. H. 2. Abth. LXVIII. 3.—5. H. 3. Abth. LXVIII. 1.—5. H. — Jahrg. 1874. 1. Abth. LXIX. 1.—3. H., 4.—5. H. LXX. 1. 2. H. 2. Abth. LXIX. 1.—3. H., 4.—5. H. LXX. 1. 2. H. 3. Abth. LXIX. 1.—5. H.; LXX. 1. u. 2. Heft.

Von der Kaiserlichen Geologischen Reichsanstalt in Wien: Jahrbuch, Jahrg. 1874. Bd. XXIV. No. 3, nebst Tschermak's Mineralogische Mittheilungen, IV. Bd. III. Heft. Verhandlungen, 1874. Bd. XXIV. No. 4. Jahrbuch, Jahrg. 1875. Bd. XXV. Nr. 1. 2. nebst Tschermak's Miner. Mitth. V. Bd. I. II. Heft. Verhandlungen, 1875. Nr. 1—5, 6—10.

Von dem Zoologisch-botanischen Verein in Wien: Verhandlungen, Jahrg. 1874. XXIV. Bd.

Von dem Kais. Hofmineralienkabinet in Wien: Mineralogische Mittheilungen, Jahrg. 1874. Heft I. II. III. IV.

Von der k. k. Geographischen Gesellschaft in Wien: Mittheilungen, XVII. Bd. (der neuen Folge VII. Bd.) 1874.

Von dem Verein zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien: Schriften, 14. Bd. Jahrg. 1873/74.

Von dem Verein für Naturkunde in Nassau in Wiesbaden: Jahrbuch, Jahrg. XXVII u. XXVIII.

Von der Physikalisch-medicinischen Gesellschaft in Würzburg: Festschrift zur Feier des 25jährigen Bestehens etc.: Die Pennatulide Umbellula und 2 neue Typen der Alcyonarien von Alb. Kölliker.

Digitized by Google

1875. Sitzungsberichte für das Gesellschaftsjahr 1873/74. Verhandlungen, Neue Folge VIII. Bd. 3. u. 4. Heft.

Von dem Naturwissenschaftlichen Verein in Magdeburg: Vierter und fünfter Jahresbericht nebst den Sitzungsberichten aus den Jahren 1873 u. 1874. Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins. Heft 5. 6. 1874.

Von dem Naturwissenschaftlich-medicinischen Verein in Innsbruck: Berichte, V. Jahrg. 1874. (1875).

Von der Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Dresden: Jahresbericht, October 1874. — Mai 1875. (1875).

Von der Physikalisch-medicinischen Societät in Erlangen: Sitzungsberichte. 6. Heft (Nov. 1873 — Aug. 1874). 1874.

Von dem Niederrheinischen Verein für öffentliche Gesundheitspflege in Köln: Correspondenzblatt, Bd. IV. 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 1875.

Von dem Verein für Naturkunde in Zwickau: Jahresbericht 1874. (1875).

Von dem Naturwissenschaftlichen Verein für Schleswig-Holstein in Kiel: Schriften. I. 3. Heft. 1875.

Von der Naturforschenden Gesellschaft in Basel: Verhandlungen, 6. Theil, 2. Heft. 1875.

Von der Naturforschenden Gesellschaft in Bern: Mittheilungen, 1874. No. 828—878.

Von der Schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften in Bern: Neue Denkschriften. Bd. XXVI. 1874. (Zürich).

Von der Naturforschenden Gesellschaft Graubündtens in Chur: Naturgeschichtliche Beiträge zur Kenntniss der Umgebung von Chur. 1874. Jahresbericht, Neue Folge. XVIII. Jahrg. 1873/74. Verhandlungen. 57. Jahresversammlung. Jahresbericht 1873/74.

Von der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft in St. Gallen: Bericht 1873—74. (1875).

Von der Société de physique et d'histoire naturelle à Genève: Mémoires, Tome XXIII. Seconde partie. 1873—1874; Tome XXIV. I. partie. 1874—75.

Von der Société Vaudoise à Lausanne: Bulletin, Vol. XIII. No. 73. 1874; 74. 1875.

Von der Société des sciences naturelles à Neufchâtel: Bulletin, Tome X. Heft I. 1874; II. 1875.

Von der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich: Vierteljahrsschrift, 18. Jahrg. 1.—4. Heft 1873.

Von der Académie royale des sciences in Amsterdam: Verslagen en Mededeelingen, Afd. Letterkunde, Tweede Reeks, vierde Deel. 1874. Afd. Natuurkunde, Tweede Reeks, achtste Deel. 1874. Jaarboek, 1873. — Processen-Verbaal, Afd. Natuurkunde 1873/74. — Cata-

Digitized by Google

logus van de Boekerij, eerst. D. eerst. Stuk. Nieuwe uitgaaf. 1874. — Musa. 1874. Verhandelingen, veertiende Deel. 1874.

Von dem L'Institut royal grand-ducal de Luxembourg: Publications, Tome XIV. 1874. XV. 1875. Observations météorologiques faites à Luxembourg par F. Reuter. Deuxieme Vol. 1874.

Von dem Nederlandsch Archief voor Genees- en Naturkunde von Donders en Koster in Utrecht: Onderzoekingen, Derde Reeks, III. Afl. I. 1874.

Von der Nederlandsche Maatschappij ter Bevordering van Nijverheid in Harlem: Tijdschrift, 1874. Derde Reeks, Deel XV. 5. u. 6. St.; Deel XVI. 1. 2. St. — 1875. Derde Reeks, Deel XVI. 3. 4. St. Handelingen der 98. Alg. Verg. te Breda. Juli 1875. Handelingen en Mededeelingen, 1875. Afl. 1. 2. Kolonial Museum op het Paviljoen bij Haarlem.

Von der Société Hollandaise des Sciences in Harlem: Archiv, Tome IX. 4. 5. Livr. 1874. Tome X. 1. 2. 3. Livr. Naturk. Verhand. 3. Verz. Deel II. No. 3. 4. 1874.

Von der Nederlandsche botanische Vereeniging, (Nederlandsch Kruitkunding Archief) in Nijmegen: Verslagen en Mededeelingen, Tw. Ser. 1. Deel. 4 St. 1874.

Von der Académie royale de médicine de Belgique à Bruxelles: Bulletin, Ann. 1874. III. Série. Tome VIII. No. 10—12. 13. Mémoires couronnés, Tome III. Fasc. I. Bulletin, Ann. 1875. 3. Sér. Tome IX. 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. Mémoires couronnés, Collect. 8°. Tome III. 2. 3.

Von der Société royale des sciences à Liége: Mémoires, II. Série. Tome IV.

Von der Fédération des sociétés d'horticulture à Liége: Bulletin, 1874. (1875).

Von der Société Entomologique de Belgique à Bruxelles: Compte-rendu, Série II. No. 6—8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. No. 1 (nachgelief.). — Annales, Tome dix-septième. 1874.

Von der Société Géologique de Belgique à Liége: Annales, Tome premier. 1874. (1874—75).

Von der Société des Sciences physiques et naturelles à Bordeaux: Mémoires, Tome XI. (ohne Titel und Jahrzahl). Extrait des procès-verbaux des séances. Tome X. 2. Cahier. (1875). Titel und Register zu Tome X.

Von der Société d'histoire naturelle à Colmar: Bulletin, 14. e. 15. Années. 1873. u. 74. (1874).

Von der Académie des sciences, belles-lettres et arts à Lyon: Mémoires, Classe des sciences, Tome XX. 1873—1874; Classe des lettres, Tome XV. 1870—1874.

Von der Société d'Agriculture à Lyon: Annales, 4. Série. Tome IV. V. VI.

Digitized by Google

Von der Société Linéenne in Lyon: Annales, Tome XXI. 1874. (1875).

Von der Académie des sciences et lettres in Montpellier: Mémoires, Sect. de sciences, Tome VIII. 2. 1872; Sect. de médecine, Tome IV. 6. 1870–71.

Von der Société géologique de France in Paris: Bulletin, 3. série, Tome III. No. 1. 2; Tome II. 6. 7; Tome III. 1875. No. 3. 4. 5. 6. 7.

Von den Annales des Sciences naturelles, Zoologie, in Paris: Sixième Ser. Tome I. No. 1. 2—4. 1874; 5—6; Tome II. No. 1—2. 1875.

Von der Société botanique de France in Paris: Bulletin, Tome XXI. 1874. Revue bibliogr. D. E. Comptes rend. 3. Tome XXII. 1875. Revue bibliographique A. B. Comptes rend. 1. Zu Tome XVIII: Table alphabétique des matières.

Von der Societa dei Naturalisti in Modena: Annuario, Ser. II. Anno VIII. Fasc. III. IV. Anno IX. Fasc. I. II.

Von dem R. Istituto Lombardo in Mailand: Memorie, Vol. XII—III. della Serie. III. Fasc. VI. Vol. XIII—IV. della Serie. III. Fasc. I. Rendiconti, Vol. V. Fasc. XIX u. XX. Serie II. Vol. VI. Fasc. I—XX. Vol. VII. Fasc. I—XVI.

Von dem Fondazione scientifica Cagnola Istituto Lombardo in Mailand: Atti, Volume VI. Parte I. 1872.

Von dem R. Istituto Veneto di Science, Lettere ed Arti in Venedig: Atti, Tome III. Serie IV. Disp. 7—9. 10. Tome V. Serie V. Disp. 1—7.

Von dem R. Comitato geologico d'Italia in Rom: Bolletino, 1874. No. 3 u. 4; 11 u. 12; 1875. No. 1 u. 2; 3 u. 4; 5 u. 6; 7. 8. 9. 10.

Von der Societa Toscana di scienze naturali in Pisa: Atti, Vol. I. Fasc. I. II.

Von der Società Adriatica die scienze naturali in Triest: Bolletino, I. Decbr. 1874.

Von der Naturforschenden Gesellschaft in Dorpat: Sitzungsberichte, 3. Bd. Heft 5 u. 6. Archiv für die Naturkunde Liv-, Est- und Kurlands, VII. Bd. No. 2. 3. 4.

Von der Universitätsbibliothek zu Dorpat: Personal der Kaiserlichen Universität zu Dorpat. 1874. Sem. II. 1875. (Sem. I.). Verzeichniss der Vorlesungen an der Kaiserl. Univ. zu Dorpat. 1874. Sem. II. 1875. I. Festrede zur Jahresfeier nebst Einladung dazu. 1874. Ein Beitrag zur Kenntniss der Milch v. Alexander Schmidt. Untersuchungen über das Casein v. Renatus Kapeller. Untersuchungen über die pharmakologischen Wirkungen des Digitoxin, Digitalin und Digitaleïn v. Robert Koppe. Beiträge zur Kenntniss der Aloë v. Eugen Kondracki. Ueber die Bestimmung des Morphingehaltes in den Opiumpräparaten v. Eugen Fricker. Vergleichende Untersuchungen über die physiologische Wirkung der Salze der

Digitized by Google

Alkalien und alkalischen Erden v. Louis Mickwitz. Beitrag zur Kenntniss des Delphinins v. Julius Serck. Vergleichende Untersuchungen über das Saponin v. Johann Christophsohn. Beiträge zur Kenntniss der Bildung des Harnstoffs v. Woldemar von Knieriem. Der Kali-, Natron- und Chlorgehalt der Milch v. Gustav Bunge. Ueber die Anwendung der Analyse auf die Frage von der Revaccination v. P. Enko. Experimentelle Studien über Pathogenese und Therapie der Cystitis v. Oscar Petersen. Ueber den Einfluss der putriden Intoxication auf den Blutdruck v. C. G. Riemschneider. Experimenteller Beitrag zur Kenntniss der septischen Pneumonie v. Georg Hohenhausen. Zur Casuistik des Epignathus v. J. Wasserthal. Ueber die Faserstoffbildung im Amphibien- und Vogelblut v. Georg Semmer. Untersuchungen über die Entwicklung des Knochengewebes v. Julius Wolff. Beiträge zur Kenntniss des feineren Baus der Wirbelthierleber v. Josef Peszke.

Von der Finnländischen medicinischen Gesellschaft in Helsingfors: Finska Läkaresällskapets Handlingar, Fjortonde Band No. 4. 1872. — Femtonde Band 1—4. 1873. — Sextonde Band 1. 2. 1874.

Von der Société des sciences de Finlande in Helsingfors: Notiser ur Sällskapets, Tretonde Häftet. Ny serie Tionde Häftet. Öfversigt af Förhandlingar XIV. XV. XVI. 1871—1874. Bidrag till Kännedom af Finlands Natur och Folk. Häft. Adertonde (1871), Nittonde (1872), Tjugondeandra, Tjugondetredge (1873), Tjugondeförsta (1874). Observations faites à l'Observ. magn. et mét. de Helsingf. Vol. V. 1873.

Von der Kaiserlichen naturforschenden Gesellschaft in Moskau: Bulletin, Année 1874. No. 2. 3. 4. Année 1875. No. 1. Nouveaux Mémoires, Tome XIII. Livr. IV. (1874).

Von der Académie impériale des sciences in St. Petersburg: Bulletin, Tome XIX. No. 4—5. Tome XX. No. 1—2.

Von dem Naturforscher-Verein in Riga: Correspondensblatt, 21. Jahrgang.

Von dem Kaiserlichen botanischen Garten in Petersburg: Tome III. H. I. 1874. II. 1875.

Von der Linnean Society in London: Transactions, Vol. XXIX. Part. III. 1875. Vol. XXX. Part. II. III.; II. series. Zoology. Vol. I. Part. I. Botany Vol. I. Part. I. Proceedings Session. 1873/74. (1874). Journal, Vol. XII. Zoology, No. 58. 59. Botany, Vol. XIV. No. 77—80. Additions to the Library of the Linnean society.

Von der Nature. A weekly illustrated Journal of Science in London: 1875. Vol. XII. 276—310; 312. 313. Vol. XIII. 314—320; 322.

Von der American Academy of Arts and Sciences in Boston, Mass.: Memoirs, New Series. Vol. IX. P. II. 1873. Proceedings, Vol. VIII. Bog. 52—68. New Series. Vol. I., Whole Series, Vol. IX. (1873

Digitized by Google

bis 1874). 1874. Commemorative Notice of Louis Agassiz; By Th. Lymann.

Von der Boston Society of Natural History in Boston Mass.: Memoirs, Vol. II. Part. III. No. 3. 4. 5. Part. IV. No. 1. Proceedings, Vol. XVI. Part. III. u. IV. Vol. XVII. Part. I. u. II. 1874. Jeffries Wyman. Memorial meeting, Octob. 1874.

Von dem Museum of Comparative Zoology in Cambridge: Annual report for 1872. (1873). for 1873. (1874). Bulletin, Vol. III. No. 9. 10. Illustrated Catalogue No. 8. (1874). The organization and progress of the Anderson School; report for 1873 (1874).

Von der American Association for the advancement of Science in Cambridge: Proceedings, Twenty-second Meeting. Aug. 1873. (1874). Twenty-third Meeting. Aug. 1874. (1875).

Von der Ohio State Board of Agriculture in Columbus, Ohio: 28. Jahresbericht für das Jahr 1873. (1874).

Von dem American Journal of Science and Arts in New Haven: Vol. VIII. No. 46. 47. 48. Vol. IX. No. 49. 50. 51. 52. 53. 54. Vol. X. No. 55. 56. 57. 58. 59. 60.

Von der American Philosophical Society in Philadelphia: Proceedings, Vol. XIV. No. 92. 93. 1874.

Von der Akademy of Natural Sciences in Philadelphia: Proceedings, 1874. Part. I. II. III. (1874).

Von der Peabody Academy of Science in Salem, Mass.: Chronological observations on animals and plants. By Ch. Pickering, part. I.

Von dem Essex Institute in Salem, Mass.: Bulletin. Vol. VI. No. 1 bis 12. 1874. (1875).

Von der Californian Academy of Natural Sciences in San Francisco, Cal.: Proceedings, Vol. III. 1867. (1868).

Von der Academy of Sciences in St. Louis, Mo.: Transactions, Vol. III. No. 2. (1875).

Von der Smithsonian Institution in Washington: Smithsonian Miscellaneous Collections, Vol. XI. XII. 1874. Contributions to Knowledge, Vol. XIX. 1874. Annual report. Year 1873. (1875).

Von dem Departement of Agriculture of the United States of America in Washington: Report of the Commissioner of Agriculture for the year 1873. (1874). Report of the Comm. of Agr. for the year 1872. (1873). Monthly reports of the Departement of agriculture for the year 1874. (1875).

Von der Orleans County Society of Natural Sciences in Newport: Archives of science. Vol. I. No. VI.

Von der Office U. S. Geological Survey of the Territories in Washington: Report of the U. S. Geologicae Survey of the territories, Vol. VI. Part. I. The Cretaceous Flora. Miscellaneous Publications, No. I. III. Catologue of the Publications of the U. S. Geol. Surv.

Digitized by Google

of the territories. Essay concerning important physical Features etc., by G. K. Warren. (1874).

Von der Wisconsin Academy of sciences, arts and letters in Madison, Wis.: Transactions, 1870—72. (1872).

Von der Redaction der Entomologischen Nachrichten in Putbus: Entomologische Nachrichten. 1. Jahrg. 1875.

Von dem Verein für Naturwissenschaftliche Unterhaltung in Hamburg: Verhandlungen, 1871—1874.

---

b. An Geschenken erhielt die Bibliothek

von den Herren:

v. Dechen: Die Expedition zur physikalisch-chemischen und biologischen Untersuchung der Ostsee im Sommer 1871. Jahresbericht für das Jahr 1871. 1. Jahrgang.

Demselben: Mittheilungen aus Justus Perthes Geographischer Anstalt von Dr. A. Petermann. 20 Bd. 1874. 1.—12. Heft. — Ergänzungshefte 35—38. Bd. VIII. (1873/74).

Demselben: Beobachtungen der Sonnenflecken zu Anclam von Prof. Dr. Spörer. Publication der astronomischen Gesellschaft. XIII. 1874.

O. Böttger: Ueber die Gliederung der Cyrenenmergelgruppe im Mainzer Becken. Von Dr. phil. O. Böttger in Frankf. a. M. 1875.

Wilms: Jahresbericht der botanischen Section des Westfälischen Provincial-Vereins für Wissenschaft und Kunst pro 1874. Von Wilms.

v. Dechen: Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft. Herausgeg. von Schönfeld und Winnecke. IX. Jahrgang. 3. u. 4. Heft. 1874.

Dewalque: Rapport de M. G. Dewalque sur un mémoire envoyé au concours (1874), en réponse à la question suivante: Faire connaitre, notamment au point de vue de leur composition, les roches plutoniennes, ou considérées comme telles, de la Belgique et de l'Ardenne francaise.

Demselben: Sur la corrélation des formations cambriennes de la Belgique et des Pays de Galles; par Dewalque.

Demselben: Sur l'allure des couches du terrain cambrien de l'Ardenne, par Dewalque.

Schlüter: Neue Fische und Krebse aus der Kreide Westfalens, von Dr. v. d. Marck und Dr. Schlüter. 1868.

Kawall: Die neuen russischen Naturforscher-Gesellschaften. Zweite Mittheilung. Von J. H. Kawall. 1874.

Digitized by Google

Geyler: Ueber die Tertiärflora von Stadecken-Elsheim in Rheinhessen. Vorläufige Mittheilung von Dr. H. Th. Geyler. 1875.

Lehmann: Ueber die Riesentöpfe des Chemnitzthales. Von Dr. J. Lehmann. 1874.

v. Dechen: Jahresbericht der Commission zur wissenschaftl. Untersuchung der deutschen Meere in Kiel für die Jahre 1872. 1873. II. u. III. Jahrg. 1875.

Struckmann: Ueber die Schichtenfolge des obern Jura bei Ahlem unweit Hannover, u. s. w. Separatabdruck. 1875.

W. Schmithals in Bonn: Tabernaemontani New vollkommen Kräuterbuch. Herausgeg. von Hieron. Bauhin. Basel 1664.

Landois: Thierstimmen von Dr. H. Landois. 1874.

Demselben: Jahresbericht 1874 des Westfälischen Vereins für Vogelschutz, Geflügel- und Singvögelzucht. Herausgegeben von Prof. Landois.

Demselben: Jahresbericht der zoologischen Section des Westfälischen Provinzial-Vereins für Wissenschaft und Kunst pro 1874. Von Prof. Landois.

O. Böttger: Calamaria iris. n. sp., neue Schlange von Sumatra. Von Dr. O. Böttcher. 1873.

Demselben: Notiz über Versteinerungen in der Umgebung von Offenbach, von Böttcher.

Demselben: Die Eozänformation von Borneo und ihre Versteinerungen. I. Theil. Von Verbeek und O. Böttger. 1876.

A. Müller: Ein Fund vorgeschichtlicher Steingeräthe bei Basel, von Albert Müller. 1875.

Krönig: Das Dasein Gottes und das Glück der Menschen, von Prof. Krönig. 1874.

J. Nöggerath: Der Torf. Von Dr. Jacob Nöggerath. 1875.

Fischer: Ueber mineralogische Untersuchungen von Steinwaffen, Stein-Idolen u. s. w., von Fischer.

Ed. Morren: Charles de l'Escluse, sa vie et ses oeuvres. 1526 bis 1609. Par M. E. Morren. 1875.

Demselben: Correspondance botanique. Liste des Jardins, des Chaires et des Musées botaniques du Monde. Troisième edition. October 1875. Par Ed. Morren.

v. Klipstein: Beiträge zur Geologischen und Topographischen Kenntniss der östlichen Alpen von Dr. A. v. Klipstein. 1875. 2 Bd. 2. Abth.

H. Kawall: Zur Abstammungslehre. 1874. (Separatabdruck.)

Preudhomme de Borre: Notes sur des Empreintes d'Insectes fossiles. Par Preud. de Borre.

H. Göppert: Ueber den sogenannten goldenen Stolln bei Reinerz.

H. Rosbach: Saxifraga multifida, nov. sp. Von H. Rosbach. 1875.

Digitized by Google

v. Dechen: Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft. Herausgeg: von Schönfeld und Winnecke. X. Jahrg. 1. 2. 3. Heft 1875.

Demselben: Bahnbestimmung der Mnemosyne und Ableitung der Jupitermasse aus den Mnemosyne-Beobachtungen seit 1859. Von Carl Adolph. 1. Theil. 1874.

Demselben: Die physikalischen Beobachtungen an den Stationen der deutschen Ostsee- und Nordsee-Küsten. 1871. Bearbeitet von Dr. G. Karsten. 1874. (Separatabdruck). — Dazu Jahresbericht für die Jahre 1872 u. 1873, von G. Karsten. (Separatabd.).

Von dem Königl. Ministerium für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten in Berlin: Erläuterungen zur geologischen Specialkarte von Preussen. No. 237. 238. 239. 255. 256. 257. 329. 343. 359. 330. 344. 360. 274. 275. 276. 295. 296. 297. 341. 328. 342. 358. 245. 263. 246. — Einleitende Bemerkungen. 1870. Abhandlnngen zur geolog. Specialkarte. Bd. I. H. 1. 2.

Von der Direction der Königl. geologischen Landesanstalt und Bergakademie in Berlin: Geologische Karte von Preussen und den thüringischen Staaten, 6. Lief. enthaltend Section Ittersdorf (44), Bouss (45, 2 Blätter), Saarbrücken (46, 2 Blätter), Dudweiler (47, 2 Blätter), Lauterbach (51), Emmersweiler (52), Hanweiler (53), nebst 7 Heften entsprechenden Erläuterungen. — Abhandlungen zur geologischen Specialkarte. Bd. I. H. 3. 1875, nebst 3 geogn. Karten und Profilen der Gegend nördlich von Halle a. S.

Von der Commission für die geologische Landesuntersuchung von Elsass-Lothringen in Strassburg: Abhandlungen zur geologischen Specialkarte von Elsass-Lothringen. Bd. I. Heft I.

Von dem Königl. Oberbergamt in Bonn: Dritter Nachtrag zum Katalog der Bibliothek des Königl. Oberbergamts zu Bonn.

Von dem Königl. Ministerium der geistlichen, Unterrichts- und Medicinal-Angelegenheiten in Berlin: Anleitung zu wissenschaftlichen Beobachtungen auf Reisen. Von Dr. G. Neumayer, Hydrographen der Kais. Admiralität. 1875.

c. Durch Ankauf wurden erworben:

Gaudin: Flora Helvetica. Vol. I—VII. (antiquarisch). — F. Pfaff, Allgemeine Geologie. Leipz. 1873. — R. Blum, Lehrbuch der Mineralogie. Stuttgart 1874. — A. Garcke, Flora von Nord- und Mittel-Deutschland. 1875.

Digitized by Google

Das Museum des Vereins erhielt folgende Geschenke

von den Herren:

Bergmeister Ulrich in Diez: 3 Dachschieferstücke mit Abdrücken von Spirifer macropterus von Grube Schöneaussicht bei Gutenacker.

Bergmeister Hoechst in Olpe: 3 Zinnoberstufen von Grube Neue Rhonart bei Olpe.

Professor Fuhlrott in Elberfeld: Eine Kiste mit Höhlenknochen aus dem Neanderthal.

Baurath Pietsch in Minden: Einen Schädel von Ursus arctos aus der Mindener Haide.

von Strauss und Torney: 3 antike Zierathen aus Thon vom Steinhuder Meer. Ein Steinbeil, angeblich aus der Balver Höhle.

Ingenieur Ehrenberg in Bonn: 5 Gesteins-Stufen vom Maubacher Bleiberg bei Düren.

Landesgeologe Dr. Koch in Wiesbaden: Ein geglättetes Quarzfelsstück vom Grauen Stein bei Naurod.

Markscheider Zintgraff: 1 Prachtstufe von Pyromorphit von Friedrichsseegen bei Ems.

Apotheker Kremer in Balve: Ein Korb mit Knochen aus der Balver Höhle.

Dr. Marquart sen.: Ein Herbarium in 28 Mappen.

Rentner H. Schmithals in Godesberg: Fruchtstand einer Palme (in Norderney gekauft).

C. Roemer in Eupen: Eine Sammlung getrockneter Laubmoose aus der Umgegend von Eupen.

Bergmeister Ulrich in Diez: 2 Stufen Beudantit und 1 St. Skorodit von Grube Schöneaussicht bei Dernbach.

Grubendirector Zachariae in Bleialf: 1 Kiste mit Mineralien.

Angekauft wurden:

7 ausgestopfte Vögel: Picus canus, major, medius, minor, Motacilla sulphurea, Turdus pilaris, Parus caudatus, aus Nassau u. Hessen; ein Schädel der Hauskatze. — 7 Stück exotische Früchte (von der Gartenbau-Ausstellung in Cöln).

Für die in dieser Vereinsschrift veröffentlichten Mittheilungen sind die betreffenden Autoren allein verantwortlich.

Digitized by Google

Digitized by Google

Medicinische Section.

Sitzung vom 15. März 1875.

Vorsitzender: Prof. Binz.

Anwesend: 14 Mitglieder.

Dr. Freusberg macht Mittheilung von Versuchen, die er im physiologischen Institut zu Strassburg angestellt im Anschluss an die Goltz'schen Untersuchungen über die Funktionen des Rückenmarks. Seine Versuche sollten die Ausbildung der centralen Fähigkeiten des isolirten Lendenmarkes und die innere Uebereinstimmung der Erregbarkeit und Thätigkeit seiner centralen Apparate mit denen der höheren Partien des Centralnervensystems darthun.

In dieser Richtung wurden erstens die vom isolirten Lendenmark beim Säugethier, vorzugsweise beim Hunde, ausgelösten reflektorischen Beinbewegungen genauer untersucht; bei diesen durch sensible Erregungen in grosser Mannigfaltigkeit und Stärke angeregten Reflexbewegungen ist hervorzuheben:

1) Schon sehr geringe taktile, auf eine grosse Hautfläche ausgebreitete Reize sind beim Reflexvorgang wirksam.

2) Der Vorgang der Reflexhemmung, vielfach als Funktion von Gehirntheilen angesehen, findet auch im abgetrennten Lendenmark Statt, indem verschiedene sensible Erregungen wechselseitig ihre Reflexbewegung aufheben.

3) Auch sensible Erregungen, die durch Vorgänge im Organismus selbst hervorgebracht werden, wirken bestimmend auf die Reflexthätigkeit des Lendenmarks; nämlich die Spannung und Zerrung der Muskeln ruft Reflexbewegungen hervor und die Anfüllung des Verdauungskanals lässt die Thätigkeitsäusserungen des isolirten Lendenmarks in gleicher Weise träge geschehen, wie die Thätigkeiten des unversehrten Organismus.

4) Im Lendenmark kommt dieselbe Selbstregulirung, gleichsam dasselbe Princip der Reaktion vor, wie bei manchen Funktionen höherer Centraltheile: Bewegungsleistungen verursachen die antagonistischen Bewegungen.

Zweitens wurde untersucht, welche Wirkungen gewisse Gifte auf das durch Durchschneidung isolirte Rücken- resp. Lendenmark beim Warm- und Kaltblüter haben, und gefunden, dass die Wirkung die gleiche ist, wie auf die andern Theile des Centralorgans. Besonders wurde mit Strychnin gearbeitet, von welchem angegeben war, dass es in dem verlängerten Mark direkt krampferregend, im Rückenmark nur erhöhend auf die Reflexerregbarkeit einwirke. F. fand, dass wenn man nach dem operativen Eingriff sich das Thier erst erholen lässt, im Hinterkörper ganz ohne sensible künstliche

Digitized by Google

Reizung klonische und tetanische Strychninkrämpfe, ebenso früh und zuweilen noch früher zum Ausbruch kommen, als in den vom vordern Abschnitt des Centralorgans innervirten Theilen. Bei frischer Verletzung (Nervendurchschneidung) des Hinterkörpers ist der frühere Ausbruch der Krämpfe in den Hinterextremitäten constant.

F. bestreitet die Berechtigung zur Gegenüberstellung von direkter Krampfbewegung und hochgradiger Reflexsteigerung und will bei allen Strychninwirkungen (den bekannten werden hinzugefügt: Steigerung der Peristaltik und des Tonus, der instinktiven Thätigkeiten, wie Fressgier) ein vollkommen gleichsinniges Ergriffensein der sämmtlichen centralen Substanz annehmen, derart, dass jede Reizung irgend einer Art, auch die durch die innern Ernährungsvorgänge, durch die venöse Beschaffenheit des Blutes, sowie die durch die höhern Sinnesnerven vermittelte, mächtige Wirkungen entfaltet.

Gegenüber den Angaben darüber, dass verschiedenartige sensible Reize von verschiedener Wirkung auf den strychnisirten Frosch seien und u. A. durch chemische Reizung kein Tetanus erzeugt werde — welche Angabe nicht nur die Existenz verschiedener Reflexübergtragungsapparate, sondern auch deren ungleichmässiges Ergriffenwerden von Strychnin beweisen würde — wurde gefunden, dass bei entsprechender Stärke der Strychnindosis oder der einwirkenden Reize die chemische und thermische Reizung der Haut Tetanus hervorrufe, während geringe mechanische Reizung klonische Bewegungen erzeugte; dass mithin auch im strychninisirten Organismus die Reflexreize nach Maassgabe ihrer Intensität, Ausbreitung und Geschwindigkeit des Eintretens wirksam sind, nicht nach der Natur der Reizursache.

Prof. N. Zuntz erinnert an die im vorigen Jahre an dieser Stelle mitgetheilten Experimente von Busch, denen zufolge stärkste thermische Reize (Verkohlen des Fusses durch brennenden Zunder) ganz unwirksam auf strychnisirte Frösche waren, während die leiseste Erschütterung des Körpers heftigste Krämpfe auslöste. Er bittet den Vortragenden mitzutheilen, wie er diese Beobachtungen mit den seinigen in Einklang bringe.

Dr. Freusberg, der dasselbe einzelne Male constatirt, sucht den Unterschied darin begründet, dass die durch den vorher unter den Fuss gelegten und vom Rande her glimmenden Zunder ausgeübte Reizung eine beschränkte Hautstelle unter allmähligem Anwachsen der Intensität treffe, gegenüber einer Erschütterung, die durch die Bewegung auf der Unterlage einen auf ein grosses Hautgebiet ausgedehnten plötzlich einbrechenden Reiz setze. Ueberhaupt gelte ihm nach seinen Versuchen die Flächenausdehnung der sensiblen Reize für ein wichtiger, vielfach übersehener Faktor bei

Digitized by Google

den Reflexwirkungen. Zum Theil möge auch eine Verschiedenheit der angewandten Strychnindosis — F. experimentirte mit mittlern, nicht immer tödtlichen Dosen — Verschiedenheiten der Resultate bedingt haben, die indess nicht weiter verfolgt sind.

Prof. N. Zuntz hebt hervor, dass die elektrische Reizung der durch den Dorsallymphsack zur Haut ziehenden Nervenstämmchen nicht dieselbe Reflexbewegung hervorbringe, wie die Berührung der von ihnen versorgten Hautstellen.

Dr. Freusberg: Beim Reflexquacken sei der elektrische, aber auch der chemische Reiz den taktilen zu ersetzen im Stande. Diese drei Reizursachen haben eine nach den schon genannten Richtungen zu verschiedene Einwirkungsweise, als dass sie sich stets vertreten können. Auf die Verschiedenheit einer starken und schwachen Reizung derselben Hautstelle werde er demnächst zurückkommen. — Die Frage, durch welche periphere oder centrale Vorrichtungen die Perception qualitativ verschiedener Reize als solcher zu Stande komme, werde durch seine Aufstellungen nicht berührt, die dahin gehen, dass das Centralorgan in allen seinen Theilen von Strychnin gleichsinnig ergriffen werde, so dass jegliche Art von Reizung von einer erhöhten Thätigkeit gefolgt ist.

Prof. Binz fragt, ob nicht aus einer Lähmung der sensiblen Nerven durch das Strychnin sich Verschiedenheiten der Versuche erklären lassen; auch Dr. Freusberg hält eine solche Lähmung der sensiblen Endvorrichtungen durch grosse Strychnindosen für möglich und die Abweichung der Versuche von Busch von den seinigen dadurch erklärbar.

Prof. N. Zuntz berichtet über einen Fall von Arsenvergiftung durch einen grünen Lampenschirm:

M., seit Jahren an Migraine leidend, die jedoch nur seltene Anfälle machte und wie gewöhnlich zuerst Morgens beim Erwachen sich offenbarte, bemerkt seit einiger Zeit jeden Abend spät Kopfschmerzen, die ihn zwar nicht am Einschlafen hindern, aber den andern Morgen noch fortbestehen, jetzt einem beginnenden Migraineanfall ähnlich, wie dieser mit Appetitlosigkeit und Uebelkeit verbunden. Im Laufe des Vormittags verloren sich die Beschwerden vollständig. Nach circa 14 Tagen steigerten sich die vorgenannten Symptome und Uebelkeit, Appetitlosigkeit und eingenommener Kopf bestanden den ganzen Tag über. — Jetzt traten ähnliche Erscheinungen aber viel geringeren Grades bei zwei Schülern, welche Abends mit M. am selben Tische arbeiteten, auf. Der hierdurch nothwendig auf eine allen gemeinschaftliche Schädlichkeit gerichtete Ver-

Digitized by Google

dacht lenkte sich auf den grünen Schirm der Petroleumlampe. Bei der deshalb angestellten Untersuchung wurden aus der Asche eines Fragments des Schirmes von ca. 1□ Cm. Oberfläche ca. 10 Ccm. Lösung bereitet, von der wenige Tropfen genügten, um im Marsh'schen Apparate eine ganze Serie von Arsenspiegeln zu produciren.

Sofort nach Beseitigung des Schirmes hörten die typischen Erscheinungen bei allen dreien auf und auch die gastrischen Beschwerden von M. waren nach wenig Tagen verschwunden.

Man sieht, dass die Hitze der Lampe genügte, um wirksame Mengen Arsen aus dem grünen Farbstoffe zu verflüchtigen. — Die stärkere Erkrankung von M. erklärt sich leicht daraus, dass er kurzsichtig ist und um besser zu sehen, erheblich näher der Lampe als die beiden anderen, zu sitzen pflegte.

Der Umstand, dass ich auch vor einigen Jahren schon Gelegenheit hatte, in einem Lampenschirme, bei dessen Gebrauche ähnliche, mir aber nicht mehr genau gegenwärtige Symptome auftraten, Arsen in grossen Mengen nachzuweisen, lässt mich vermuthen, dass Vergiftungen aus dieser Ursache nicht selten sind, und wenn erst die Aufmerksamkeit darauf gelenkt ist, öfter zur Beobachtung kommen werden.

Prof. Binz erinnert hierbei an die von Dr. Bettendorf angegebene Methode, Arsenik durch Salzsäure und Zinnchlorür zu erkennen, welche in dem Sitzungsbericht der chemischen Section der niederrheinischen Gesellschaft 1869 pag. 128 ausführlich veröffentlicht ist.

Prof. Koester spricht über die Structur der Gefässwände und die Entzündung der Venen.

Auch die muscularis der Venen ist wie die der Arterien mit einem ungemein reichlichen, dem Muskelverlauf pararellen Spaltsystem durchsetzt, das mit den vasa nutritia und den umliegenden Lymphgefässen in Verbindung steht. Die vasa nutritia sind ausserordentlich viel zahlreicher als man sich gewöhnlich vorstellt und versorgen selbst ganz kleine Venen, deren Wand man bisher sicher für gefässlos hielt. Die arteriellen vasa nutritia gehen gewöhnlich bis zur Grenze zwischen äusserem und mittlerem Drittel der muscularis, einzelne Aeste aber auch noch tiefer, ja manchmal bis ins innere Drittel, die Capillarverzweigung bis nahe an die intima heran; nur selten sieht man noch eine Capillare in die intima selbst sich hinein erstrecken. Es kommt dieses aber an grösseren Arterien und Venen ganz entschieden vor.

Bei der Phlebitis beruht die Verdickung der Wand auf einer Verdickung der muscularis. Die vasa nutritia sind strotzend gefüllt, gewöhnlich auch zahlreiche Blutextravasate zwischen den Lagen der

Digitized by Google

muscularis vorhanden und zwar in den obenerwähnten lymphatischen Spalträumen, die alle sehr stark erweitert sind. Ausserdem liegen in ihnen feinkörnige Massen (Gerinnsel) und nicht sehr reichliche Eiterkörperchen. Die Muskelzellen sind beträchtlich vergrössert, kurz-spindelförmig oder oval mit häufiger Kernvermehrung. Gewöhnlich stehen die Muskelzellen quer zur Längsachse der Spalten, manchmal wie eine Cylinderepithelauskleidung, oder sie füllen die lanzettförmige Spalte aus. Ferner liegen hie und da in den Spalten auch Micrococcen. Das lockere Bindegewebe der adventitia und Umgebung ist ganz mit feinkörnigem und faserig geronnenem Material infiltrirt. Hie und da erkennt man ein mit demselben Material verstopftes Lymphgefäss.

Eiterkörperchen sind bei frischer Phlebitis nur wenig eingestreut. Dagegen finden sich auch hier Micrococcencolonieen in den Spalten und Saftkanälchen des Bindegewebes. Dieselben Veränderungen existiren noch in und um die kleinsten benachbarten Venen von 1/2 Millim. Durchmesser.

Die intima der Venen ist entweder ganz intakt oder nur wenig aufgequollen und enthält sehr spärlich Eiterkörperchen.

Ist das periphere (Wund-)Ende der Vene verschlossen, der centrale Theil, da wo die Phlebitis aufhört durch einen Thrombus verstopft, so kann doch die Vene mit puriformem Material gefüllt sein und in diesem sind, wenn auch nicht sehr reichlich, so doch immerhin Eiterkörperchen vorhanden. Hie und da liegen auch der intima anhaftend Häufchen rother Blutkörperchen oder ein Gemisch von rothen, wenig weissen Blutkörperchen und Gerinnsel. An solchen Stellen liegen auch Extravasate in der muscularis nahe der intima und in letzterer selbst. Da unter besagten Umständen eine Aspiration des Eiters und des Blutes von der Wunde aus nicht denkbar ist, so kann man den Inhalt der Vene sich nur dadurch erklären, dass eine Extravasation von Seite der vasa nutritia aus durch die intima hindurch bis ins Lumen vorgedrungen ist, dafür spricht auch obiger Befund.

Weitere experimentelle Untersuchungen haben die Richtigkeit dieser Annahme ergeben. Ferner konnte Vortragender finden, dass eine einfache Thrombose noch keine Phlebitis zur Folge hat, wenn die Wand und die umscheidenden Gewebe der Vene intakt gelassen wurden, vielmehr, dass die Entzündung der Venenwand immer von den vasa nutritia ausgeht.

Da aber der entzündliche Erguss in die Lymphspalten der Gefässwand und die lymphatischen Räume der adventitia und benachbarten Gewebe erfolgt, so könnte man die Phlebitis auch eine Lymphangitis und Perilymphangitis venae nennen.

Die experimentellen Untersuchungen über diese Frage werden

Digitized by Google

in dem hiesigen pathologischen Institute fortgesetzt und seiner Zeit veröffentlicht werden.

Herr Stein legte zunächst Proben von sublimirter Salicylsäure, dann dergleichen aus kalter und kochender wässriger Lösung vor. Letztere ist durch theilweise Zersetzung etwas gefärbt und riecht am stärksten nach Phenol (Carbolsäure). Erstgenannte ist fast schneeweiss, riecht und schmeckt fast gar nicht nach Phenol und dürfte sich in dieser Form für innerliche Anwendungen am geeignetesten erweisen.

Der Vortragende theilt ferner mit: In der vorigen Sitzung referirte Herr Dr. v. Mosengeil über die von ihm vorgeschlagene Anwendung von gekrämpelter Jute zum Verband bei Anwendung von Salicylsäure. Die rohe, wenn auch gekrämpelte Jute ist immer noch hart, stengelicht und bei der grauen natürlichen Farbe wenig ansehnlich, wenn auch der hervorragend starken Absorptionsfähigkeit wegen mit Recht geschätzt.

Aus diesem Rohmaterial ein geeigneteres weisses, weiches Verbandmaterial herzustellen, ähnlich dem Leinen und Hanfzeug oder der Baumwollenwatte, stellte der Vortragende sich zur Aufgabe. Er legte Proben davon vor und zugleich eine zufällig erhaltene Probe englisches Halbfabrikat von demselben oder ähnlichem Rohmaterial, welches schon eine sehr hohe Vollendung zeigte, dessen specieller Fabrikationsort dem Vortragenden aber noch unbekannt war. Bis zur nächsten Sitzung werden die desfallsigen Ermittelungen wohl zu einem günstigen Resultat führen und dann mitgetheilt werden.

Dr. v. Mosengeil trägt über einen Fall von traumatischer Lähmung vor, wie folgt:

Ich möchte kurz über einen interessanten Fall berichten, welcher mir vor einiger Zeit durch Herrn Geh. Rath Busch zur elektrischen Behandlung überwiesen worden war. Er betraf einen jungen Engländer von etwa 15—16 Jahren. Derselbe war beim Turnen mit dem Rücken auf eine Reckstange gefallen. Die Gegend der oberen Lenden- und unteren Brustwirbelsäule war dabei getroffen gewesen. Es stellte sich sofort eine schnell zunehmende Lähmung der linken unteren Extremität ein. Allmählich folgte Ausdehnung der Funktionsbeschränkung auf die obere linke Extremität und in geringem Grade auch auf die rechte Seite. Patient lag, als ich ihn zuerst sah, ruhig auf der rechten Seite im Bett. Intendirte Bewegungen waren mit dem Bein gar nicht möglich. Bei noch so lebhafter Anstrengung, deren Stärke man am Ausdruck des Gesichtes ermessen konnte, blieb das Bein unverrückt passiv liegen, wie es gelagert war. Bisweilen hatte Patient wohl das Gefühl, als ob

Digitized by Google

er die Zehen würde etwas bewegen können, doch blieb es beim subjektiven Gefühl, und war objektiv Nichts nachzuweisen. Eine sehr langsam dem Willen folgende aktive Beweglichkeit des linken Armes war vorhanden; die Finger konnten geöffnet und geschlossen werden. Vom Druck der Finger war kaum etwas zu spüren. Beim Versuch zu greifen arbeiteten die ganzen Muskeln des Armes und der betreffenden Schulter mit. Der Willensakt musste mit so viel Intensität ausgeführt werden, dass sämmtliche, nahegelegene Centren besitzende Muskeln mit innervirt wurden und die erregbareren Gruppen stärker contrahirt sich abzeichneten. Ein eigenthümliches Bild zeigte sich bei Berührung der erkrankten Partien: klonische Krämpfe traten auf, deren Heftigkeit einestheils von der Intensität des Reizes, sowie von der Dauer desselben, anderntheils von der Wahl der Applikationsstelle abhängig war. Berührte man auf das Vorsichtigste und Leiseste die Haut, so gab es eine einmalige Zuckung der unteren Extremität. Die Flexoren des Unterschenkels contrahirten sich momentan, worauf eine schwächere Contraktion der Extensoren folgte. Dabei wurde der Fuss auch bewegt, und zwar mehr, als nur passiv geschüttelt. Es schien, als ob synchron der Contraktion der Cruralflexoren eine solche der Dorsalflexoren des Fusses sei, derjenigen der Cruralextensoren eine solche der Plantarflexoren entspräche. Wurde der Reiz, ohne verstärkt zu werden, einige Zeit dauernd applicirt, so wiederholten sich die Zuckungen mit immer kürzeren Intervallen, wurde der Reiz verstärkt, fester berührt oder gedrückt oder z. B. statt der einen berührenden Fingerspitze alle fünf Finger oder die ganze Hand aufgelegt, so zuckte auch der Oberschenkel mit, beugte sich und strekte sich danach in einer den oben geschilderten Verhältnissen entsprechenden Weise. Die ausgelösten Bewegungen wurden caeteris paribus um so heftiger, je näher die Reizungsstelle den Punkten lag, wo die Nervenstämme am dichtesten unter der Oberfläche, und je näher die Punkte der primär insultirten Rückenpartie lagen. Von dieser Stelle aus konnte man die stärksten Erschütterungen erzielen. Von ihr nach oben zu am Rücken nahm die Erregbarkeit schnell ab, so dass im Allgemeinen bei Berührung des Nackens nur schwache Reflexe erzielt werden konnten, welche sich nur auf Hals- und Nackenmuskeln erstreckten; bei Berührung weiter unten konnten sie allerdings auch den ganzen Körper betreffen, so dass am stärksten das linke Bein, dann der linke Arm, Rücken und zuletzt Kopf und rechte Extremitäten bewegt wurden. Ausser dieser gesteigerten Reflexerregbarkeit fand sich eine herabgesetzte Leitungsfähigkeit in dem Rückencentralorgan zum Hirn. Bei minimalen Reizen, wobei nur geringe Zuckungen erfolgten, fühlte Patient nicht, dass diese eintraten, bei stärkeren waren sie ihm durchaus bewusst und bei heftigen waren sie mit lebhaften Schmerzen verbunden. —

Digitized by Google

Es scheint also, als ob die Pflüger'sche Rückenmarksseele in diesem Falle nur bei besonders starkem Reize mit der (sit venia verbo!) Hirnseele in Verbindung träte, nur Irritationen von gewisser Intensität über die schwer leitende Brücke fortgepflanzt würden. Ueber die eigenthümliche Art der verschieden starken Reflexäusserung bei Wahl verschieden gelegener Applikationspunkte des primären Reizes kann ich mir keine gute Erklärung geben. Eine Berührung der Haut, gleichgültig wo sie geschieht, sollte denselben Reflex geben, wenn Organe von gleichwerthiger Receptionsfähigkeit getroffen werden. Diese letztere ist normal an den Endigungen der Gefühlsnerven und den Punkten, wo diese am dichtesten liegen (Finger und Fussenden) am stärksten, nicht aber an den Hautstellen, die am nächsten über Nervensträngen liegen, auch nicht über der erschütterten oder sonst wie pathologisch veränderten Rückenmarkspartie. Dass die geringen Differenzen der centripetalen Strecken von den Stellen des Reizes bis zum Centralorgan die Erscheinungen bedingen sollten, glaube ich auch nicht. Es müsste denn auf kürzerer Strecke ein gleich starker Reiz minder geschwächt, als auf längerer zum Centralorgan gelangen, was aller Erfahrung über lawinenartiges Anschwellen widerspräche. Die einzige Deutung wäre darin zu finden, dass mit dem Ausüben des peripheren Reizes eine Erschütterung des einer gesteigerten Thätigkeit in empfindender und ausübender Weise fähigen Centralorganes, also direkte Reizung stattfände, welche natürlich je näher der Ort des Reizes der betreffenden Stelle des Centrums ist, desto stärker erfolgte. — Auf eine sichere Erklärung und absolute Richtigkeit der von mir versuchten Theorie will ich aber durchaus nicht bauen.

Ausser den geschilderten Verhältnissen war noch ein sehr retardirter Stuhlgang und anämisches Aussehen des Patienten zu erwähnen. Der Appetit war meist gering. — Es fragte sich nun, ob therapeutisch Etwas auszurichten sei. Um etwaigen Hyperämien in der Tiefe durch Derivation Abbruch zu thun, wurden über der gequetschten Rückenstelle Jodbepinselungen angebracht. So lange die noch so sanften Bestreichungen mittelst des Haarpinsels erfolgten, kamen Zuckungen opisthotonischer Art im Rücken und klonische Bewegungen in den unteren Extremitäten vor. Zu Zeiten besonders geringen Leidens konnte Patient durch Willensakte das Auftreten der Krämpfe hinausschieben, respektive ganz inhibiren. Nachdem der mechanische, stets als Insult empfundene und als solcher beantwortete Reiz des Bepinselns vorbei war, konnte Patient wohl den brennenden Schmerz der Jodwirkung empfinden, aber merkwürdiger Weise entstand darauf nie eine reflektorische Aeusserung, ein Umstand, der für die gegebene Erklärung spräche und von der von vornherein in Aussicht genommenen Elektrotherapie eher ein Resultat erhoffen liess, da man viel eher einen Nutzen von ihr er-

Digitized by Google

warten konnte, wenn es sich mehr darum handelte, die direkte Erregbarkeit herabzusetzen, als die reflektorische. — Es galt demnach, die besonders erkrankte Partie des Rückenmarks unter den Einfluss des Anelectrotonus zu bringen. Von einem kaum mittelstarken Strom (12 Elemente eines kleinen Stöhrer'schen Apparates) trat sofort eine auffällige Wirkung ein: ich setzte den negativen Pol auf die Wade des relativ gesunden, rechten Beines, die Anode oberhalb der Mitte der Brustwirbelsäule auf, und während vor dem Schluss des Stromes, was ich ausserhalb des Körpers erfolgen liess, die berührende Anode Bewegungen auslöste, liessen nach Schluss des Stromes dieselben nach. ich liess den Strom ein oder zwei Minuten hindurchgehen und konnte mich während dieser Zeit mit der Anode sogar weiter abwärts an der Wirbelsäule bewegen, ohne Krämpfe hervorzurufen. Allmählich, nach anfänglich jeden dritten Tag, später täglich wiederholten Sitzungen, besserte sich der Zustand des Patienten beträchtlich. Bisweilen kamen aber kleine Verschlimmerungen, die stets auf mechanische Eingriffe in die Ruhe des Patienten erfolgten. Besonders war der Defäcationsact ein Ruhestörer, gar wenn ein Lavement den trägen Stuhlgang fördern musste. Dennoch war ihm vor innern Mitteln der Vorzug zu geben, da diese wiederholten, oft blinden Lärm veranlassten, während jenes nur eine, aber sichere Wirkung hatte. Nach und nach lernte Patient die linke Hand und Arm besser gebrauchen, freute sich, leichtere Gegenstände schon halten zu können und bewegte die peripherstenGliedmassen des linken Beines, die Zehen, ein wenig. Besondere Anstrengungen, um beabsichtigte Bewegungen auszuführen, wurden noch verboten. Berührungen wurden immer besser vertragen und Patient, der schon weniger ruhig lag, behufs Umbettens täglich in die Höhe gehoben, selbst in das Nebenzimmer an das Fenster gebracht. Eines Tages passirte seiner Mutter, als sie ihn aufheben und auf den Schooss nehmen wollte, das Unglück, mit ihm, den sie horizontal hielt, hinzufallen. Die Erschütterung war so stark reizend, dass sich sofort allgemeine klonische Krämpfe einstellten, die sich bei jeder geringfügigen Veranlassung während mehrerer Tage wiederholten, den Knaben sehr elend machten und schon fast mich an der Genesung verzweifeln liessen. An Elektrisiren war während einiger Zeit nicht mehr zu denken. Als ich es nach mehreren Tagen wieder versuchen wollte, wurde die Berührung mit dem Elektroden so wenig vertragen, dass auch nach Schluss des Stromes keine Verminderung der Zuckungen zu bemerken war; ja der Strom schien selbst noch zu reizen, selbst wenn nur ganz wenige Elemente genommen wurden. Ueberhaupt stellte sich die in die Augen fallende unmittelbare, exakte Wirkung des Stromes, wie ich sie eben geschildert, nie wieder so schön ein. Es waren jetzt auch die rechten Extremitäten Orte, an denen Berührungen nicht gut vertra-

Digitized by Google

gen wurden, obgleich der Patient überhaupt nur auf der rechten Seite liegen konnte. Unwillkürliche Drehungen, passive Bewegungen, alles war von Krampfanfällen, die oft längere Zeit dauerten, gefolgt. Ich versuchte nun Stellen zur Applikation der Electroden zu wählen, die weniger empfindlich schienen, allerdings auch nur minimale Stromesschleifen durch das Rückenmark bringen konnten. Es war für die Kathode der rechte Fuss, für die Anode die linke Hand. Nachdem ich hier ein paar Minuten einen Strom von vier Elementen hatte wirken lassen, konnte ich mit der Anode am Arme in die Höhe gehen, anfangs bis zum Ellbogen, später bis zum Schultergelenk. Mit der Zeit setzte ich die Anode direkt hier auf, während die Kathode am rechten Fuss oder Wade blieb. Es trat hierbei langsame Besserung ein; ich konnte unmittelbar nach der Sitzung, die ich mit der Zeit auf 4—6 Minuten ausdehnte, selbst auf den Rücken die Anode bringen. Später erfolgte gar keine Zuckung mehr bei Berührung, der Strom wurde verstärkt und schliesslich sogar noch zur Kräftigung der etwas schwachen Muskulatur in ziemlicher Kraft applicirt und Voltaische Alternativen gegeben. Zuerst war die rechte Seite gesundet, dann der linke Arm und schliesslich das linke Bein. Im Ganzen haben 100 Sitzungen etwa stattgefunden und ist Patient danach während der letzten Zeit zu Fuss in meine etwa 20 Minuten von der seinigen entfernte Wohnung gegangen und fühlte sich zuletzt so gesund und kräftig, wie je zuvor. Ein vielleicht bemerkenswerther Umstand ist noch der, dass der Vater ein Epileptiker ist; doch würde ich hieraus durchaus kein kausales Moment direkt herleiten können, welches gerade in geschilderter Weise den Symptomencomplex gestaltet hätte. — Bei der Discussion wurde hervorgehoben, dass durch den Unfall des Patienten ähnliche Zustände hervorgerufen wurden, wie die von Herrn Dr. Freusberg geschilderten Strychninexperimente zeigten.

Allgemeine Sitzung vom 3. Mai 1875.

Anwesend: 20 Mitglieder.

Vorsitzender: Prof. Kekulé.

Prof. von Lasaulx bespricht die aus den Tiefenbeobachtungen des Herrn Bergrathes Dunker an dem über 4000′ tiefen Bohrloche zu Sperenberg etwa zu ziehenden theoretischen Schlüsse und hebt hervor, dass dieselben auf grössere Tiefen in keiner Weise Gültigkeit beanspruchen können. Ebenso bespricht er den Versuch Pfaff's, in dessen „Allgemeine Geologie", eine Grenzzone aus den Expansionswerthen für Wasserdampf bei hohen Temperaturen und dem Druck der aufruhenden Wassersäule zu berechnen, unter welcher keine vulkanische Thätigkeit durch Dampfbildung mehr möglich sein soll. Der in dem Buche

Digitized by Google

S. 141 aufgestellte Satz, der die eigentliche Begründung dieser Annahme bildet: dass Wasser im flüssigen Zustande bis zum Mittelpunkte der Erde gelangen könne, weil immer der aufliegende Druck höher, als die der Temperatur an irgend einem Tiefenpunkte entsprechende Expansion, ist nur so lange richtig, als man die für Temperaturen über 240° C. sehr zweifelhaften Regnault'schen Formeln zu Grunde legt. Ganz anders werden die Resultate, wenn die Formeln von Arago und Dulong, oder auch andere, die zum Vergleiche herangezogen wurden, zu Grunde legt. Dazu ist auch die Annahme der Tiefenstufe nach Pfaff eine ganz willkührliche. Nur dann aber wird der vielleicht aus andern Gründen nicht ganz unwahrscheinliche Satz Pfaff'z dennoch richtig bleiben, wenn man mit der Dulong'schen Formel eine ganz andere geothermische Tiefenstufe combinirt, also z. B. die Annahme macht, dass etwa die Dicke der festen Erdrinde, wenn man einen flüssigen Kern überhaupt noch festhalten will, 5—600 geogr. Meilen betrage. Bei der Annahme der gewöhnlichen Tiefenstufen ist nach der Dulong'schen Formel immer Dampfbildung möglich. Auch diese Beispiele zeigen, dass die Anwendung solcher Interpolationsgleichungen auf ausserhalb liegende Werthe nicht thunlich erscheint. Wegen des Näheren verweist der Vortragende auf die Entwicklungen in seinen Anmerkungen 3 und 4 zu seiner Uebersetzung der Mallet'schen Arbeit über vulkanische Kraft, die in den Verhandlungen des naturhistorischen Vereins demnächst als Abhandlung erscheinen wird.

Der Vortragende berichtet ferner über eine ihm durch Herrn Geh. Rath Römer gemachte Mittheilung über den Einsturz der abgebauten Glocke des zur Königsgrube gehörigen Krugschachtes zu Königshütte in Schlesien, wodurch in grösserem Umkreise eine mit heftiger Detonation verbundene, sehr starke, erdbebenähnliche Erschütterung bewirkt wurde. Die Schles. Zeitung berichtet darüber: Glücklicher Weise verlief die Katastrophe ohne Verlust irgend eines Menschenlebens, zumal des Sonntags wegen wenig oder gar keine Arbeiter in der Grube beschäftigt waren. Die Wenigen wurden aber des immensen Luftdruckes wegen derartig betäubt und ihrer Sinne beraubt, dass es lange dauerte, bis sie zu sich und zur Erkenntniss der schrecklichen Gefahr kamen, in der sie geschwebt hatten. Die unterirdische Rohrleitung, welche der Stadt Königshütte Wasser zuführt, ist an verschiedenen Stellen aus ihrer Lage gerückt und mangelt es der Stadt in dem Augenblicke an Wasser, in welchem dies der Referent dem Papier aufträgt. Die Erde soll in weitem Umfange gezittert und gewissermassen derartige Bewegungen gemacht haben, als wenn sich ein Kahn auf dem Wasser schaukelt. Aus dem betr. Förderschachte drangen im Augenblicke der Detonation derartige schwarze Staubwolken hervor, dass man in stockfinstere Nacht sich versetzt glaubte. Ein Maschinen-Kessel wurde

Digitized by Google

aus seiner Ruhe gehoben und eine nicht geringe Strecke weit fortgerückt. Vom Krugschachte bis nach dem Redenberge hin zeigen unzählige Risse in der Erde, wie gewaltig der Einsturz gewesen sein mag. Sind doch viele Arbeiter mit dem Ausfüllen dieser Kluften beschäftigt gewesen, als Referent diese Stellen in Augenschein nahm. Fragt man nun noch, ob die Bergverwaltung an dieser Affaire irgend eine Schuld trägt, so müssen wir nach gewissenhaften Erkundigungen bestätigen, dass ihr keinerlei Schuld beizumessen ist. Sie hat nach dem Abbau des Gerhard- und Heintzmann-Flötzes Alles dasjenige in bergmännischer Beziehung gethan, was sie behufs Gewinnung des Sattelflötzes thun musste. Dabei ist die Bemerkung nicht uninteressant, dass das erstere 3, das zweite 1 und das letzte 4 Lachter mächtig ist.

Prof. Schaaffhausen legt ein Fersenbein von *Equus fossilis* vor, welches in Heddesdorf beim Ausschachten eines Brunnens in 60′ Tiefe gefunden und ihm von Herrn Kestner daselbst übergeben war. Der Fund beweist die Mächtigkeit der Anschwemmungen im Rheinthal und bestätigt die schon mehrfach gemachte Beobachtung, dass das Pferd ein sehr früher Bewohner unserer Gegend war. Hierauf theilt er mit, dass Professor Fuhlrott die im vorigen Jahre an zwei Stellen im Neanderthale gemachten Funde fossiler Knochen der Sammlung des Naturhistorischen Vereins geschenkt hat. Von besonderem Interesse ist, dass in einer Spalte des Kalkgebirges, die 15 Meter über der Grotte liegt, welche die vielbesprochenen Menschenreste barg, zahlreiche Mammuthreste so wie solche vom Nashorn und Pferd gefunden wurden. Es scheint hier dieselbe Thatsache vorzuliegen, die man im Thale der Lesse so wie in dem der Vezère beobachtet hat, dass nämlich die Einsclüsse der Höhlen um so älter sind, je höher diese an der Thalwand gelegen sind. Die allmählige Austiefung des Thales durch den Fluss erklärt die Erscheinung. — Hierauf zeigt er die aus einem Menschenschädel hergerichtete Trinkschale, die er der gefälligen Mittheilung des Herrn O. Könen in Neuss verdankt. Sie ist in München-Gladbach an einem Orte gefunden, wo schon mehrfach und in unmittelbarer Nähe germanische Aschentöpfe ausgegraben worden sind. Nach Herodot tranken die Scythen aus Menschenschädeln. Auch im deutschen Alterthum finden wir den Gebrauch. Gudrun reicht dem Atli den Trank in einem Kinderschädel, Wieland fertigt solche Trinkschalen. Der Longobardenkönig Alboin credenzt den Wein in der Hirnschale des erschlagenen Chunimund, während dessen Tochter als seine Gattin mit an der Tafel sass. In manchen Klöstern des Mittelalters liess man die Pilger Wein aus den Schädeln von Heiligen trinken, und es herrschte ehedem der Aberglaube, dass Epileptische sich aus dem Schädel

Digitized by Google

eines armen Sünders gesund trinken könnten. In der Londoner ethnographischen Gesellschaft wurde 1869 ein in Gold gefasstes Trinkgefäss solcher Art aus dem kaiserlichen Palast von Peking vorgezeigt, von dem die Sage ging, es sei der Schädel des Confucius. Neuerdings haben Fraas den als Trinkgeschirr gearbeiteten Schädel eines Rennthiers aus dem Hohlefels und Aeby einen zur Trinkschale gemachten Menschenschädel aus dem Pfahlbau von Schafis im Bieler See beschrieben und abgebildet.

Endlich besprach derselbe sehr werthvolle peruanische Alterthümer, die ihm von Herrn Rummler dahier zur Untersuchung überlassen worden sind. Es sind drei kleine Idole von menschlicher Gestalt, die Figur eines Lama und ein spatelförmiges Instrument. Zwei der Figuren sind aus Goldblech dargestellt; die anderen, eins von Gold, eins von Silber, gegossen; die ersteren stammen von der Insel im See Titikaka, die einen Sonnentempel trug und als Sitz der ältesten Cultur von Südamerika betrachtet wird. Die Götzenbilder, und auch die beiden weiblichen, zeigen den künstlich entstellten Kopf der alten Peruaner, das männliche auch die bei diesem Volke übliche Verlängerung der Ohren. Da beide Gebräuche erst unter der Herrschaft der Inkas eingeführt wurden und nach d'Orbigny den älteren Bildwerken der Aymaras fehlen, so wird dadurch eine Altersbestimmung der Idole möglich, die alle Eigenthümlichkeiten der beiden heute noch lebenden Stämme der Quichuas und Aymaras an sich tragen.

Prof. Troschel theilte die Resultate seiner Untersuchungen über das Gebiss der Ptenoglossen mit. Er glaubt in diese Gruppe von Schnecken vier Familien ziehen zu müssen: *Janthinidae, Scalariacea, Tornatellacea* und *Solariacea*, die alle das Schicksal gehabt haben, verschiedentlich im Systeme umhergeworfen zu werden, bis sie durch Kenntniss des Gebisses ihre endliche gesicherte Stellung gefunden haben. Ausgeschlossen aus den *Solariaceen* muss die Gattung *Torinia* werden, die vielmehr eine eigene Familie in der Gruppe der *Taenioglossen* bilden muss. Die Gründe, weshalb der Vortragende auch die Gattung *Tornatella* Lam. (*Acteon* Montf.) hierher zieht, sind besonders das getrennte Geschlecht und das Vorhandensein eines Deckels, während das Gebiss mit den zahlreichen Dornen in jeder Querreihe den Vergleich mit den Ptenoglossen recht gut aushält. Das Nähere wird in dem demnächst erscheinenden Hefte des »Gebiss der Schnecken« veröffentlicht werden.

Prof. vom Rath sprach über die in den letzten Tagen des März in Skandinavien niedergefallene Asche und knüpfte daran einen Bericht über die vulkanischen Ausbrüche, welche im verflossenen Winter auf Island stattgefunden haben. —

Digitized by Google

Den ersten Bericht über diesen merkwürdigen Aschenfall sandte Dr. Kahrs von Oerskog in Söndmör (Amt Romsdal, Norwegen), indem er nach Christiania meldete (Morgenbladet 15. Apr.), dass am Morgen des 30. März die Umgebungen des Storfjord's, welche noch eine zusammenhängende Schneedecke trugen, braungrau ausgesehen hätten. Der feine Staub bedeckte in einer dünnen Schicht Thäler und Höhen und drang überall ein, wo die Luft Zugang hatte. Der Wind war in der Nacht westlich gewesen. Der Wächter des Leuchtthurms auf Ona (circa. 68° n. Br.) berichtete ferner, dass am Abende des 29. März zwischen 8 und 10 Uhr mit SSW.-Wind ein schlammiger Regen gefallen, welcher eine 1 Linie dicke Staubschicht hinterlassen. —. Aus Jusdedal (Amt N. Bergenhuus) meldete Pfarrer Hansen, dass während einer ganzen Woche, besonders stark aber in der Nacht auf den 29. ein feiner Staub gefallen, und in einer grauen Schicht sich über den Schnee ausgebreitet habe. Es ist Brauch in unserm Thal, im Frühjahr Erde über die schneebedeckten Aecker und Fluren zu streuen, um das Schmelzen des Schnees zu beschleunigen [wie in den Alpen]. Diese Arbeit ist für dies Jahr unnöthig, da die Staubdecke jene Rolle übernehmen wird.«

Von Interesse ist auch die Nachricht des Schiffskapitäns Torkildsen, dass er bei Brönö (65½° n. Br.) auf seinem Schiffe an den Tagen 27. 28. 29. März einen Staubfall beobachtet habe, dessen Dicke auf 3 Linien veranschlagt wird. An jenen Tagen überzog sich der Himmel nach Sonnenuntergang schnell von Westen her. Die Nächte waren ungewöhnlich dunkel und die Tage trübe. Derselbe Aschenfall erstreckte sich nach den Erkundigungen von Torkildsen noch viel weiter gegen Nord längs den Gestaden von Helgoland und Nordland.

Prof. Kjerulf, welchem der Vortragende mehrere Proben dieses über das ganze mittlere Norwegen und weit nach Schweden, sogar nach Stockholm gefallenen Staubes verdankt, erkannte zuerst durch mikroskopische Untersuchung die vulkanische Natur desselben und wies auf Island hin, von wo die nächste Post wahrscheinlich Vulkanausbrüche melden würde. — Die in Söndmör gefallene Asche erscheint unter der Lupe wesentlich als ein Aggregat feiner prismatischer Partikel, resp. als Fragmente von Glasfäden, deren Länge bis ½ mm. beträgt. Diese Partikel sind perlmutterglänzend, meist etwas gekrümmt. Auch unregelmässig gestaltete Glaskörner sind beigemengt, ziemlich viel feine Magnetit-Körner und einzelne gelbe Partikel. Durch mikroskopische Betrachtung erkennt man (was auch bereits Kjerulf hervorhebt), dass jene Glasfäden von verlängerten, oft röhrenförmigen Poren durchsetzt sind. Sie bestehen aus cylindrisch sich umschliessenden Schalen und erhalten dadurch unter dem Mikroskop ein durchaus streifiges Ansehen. An den schmalen Seiten enden diese verlängerten Gebilde der Asche nie

Digitized by Google

geradlinig, sondern stets wie ausgefasert, entsprechend ihrer cylindrisch-schaligen Zusammensetzung. Eine gewisse Aehnlichkeit mit der neuen skandinavischen Asche zeigt das »Haar der Göttin Pele«, jener fadenförmige Obsidian, welcher theils aus dem hohen Gipfelkrater (Mokna-weo-weo), theils aus dem Lavasee Mauna Loa emporgeführt, durch den Wind über die ganze, 229 Q.-M. grosse Insel Hawaii verbreitet wird. Grob gepulvertes Pele'shaar ist mit blossem Auge oder mit der Lupe kaum von der skandinavischen Asche zu unterscheiden. Das Mikroskop lehrt aber, dass Pele'shaare eine homogene grüne Glasmasse sind ohne jene schalige, röhrenförmige Bildung. — Unsere Asche zeigt, ausser jenen sehr vorherrschenden glasigen Gebilden, einzelne Augite, sehr wenig Sanidin und vielleicht etwas Olivin. In einer von Hrn. Nordenskiöld in Stockholm an Hrn. Fonqué in Paris gesandten Asche fand der letztere verdienstvolle Forscher sehr zierliche Augite, welche er durch Behandlung der Masse mittelst Flussäure isoliren konnte. — Die chem. Zusammensetzung der Asche von Söndmör ist die folgende: Kieselsäure 68,0, Thonerde 13,55, Eisenoxydul 8,5, Kalk 3,75, Magnesia 1,25, Kali 1,4, Natron 4,2, (Glühverlust 0,3). Diese Mischung ist basischer als die bisher untersuchten Gesteine der Vulkankegel Baula und Krabla, deren Kieselsäuregehalt zwischen 75 und 80 p. C. schwankt. Die ansehnliche Menge von Eisen und Kalk in unserer Asche deutet darauf hin, dass die Eruption, welche jenen Staub erzeugte, basaltähnliche Massen durchbrochen hat. — Es unterliegt nämlich schon jetzt keinem Zweifel, dass die von Kjerulf ausgesprochene Ansicht in Betreff der Herkunft der Asche aus Island begründet ist, wenngleich zur Stunde noch keine Nachrichten über denjenigen Vulkanausbruch vorliegen, auf welchen wir den Aschenfall beziehen müssen. Die in Christiania am 21. April angekommene isländische Post brachte nämlich briefliche Nachrichten aus Reykianik (10. Apr.) und anderen Orten der Insel, welche an mehreren Punkten jenes grossartigen Vulkangebietes Eruptionen melden. Der Brief aus Reykianik erinnert zunächst daran, dass im Winter 72/73 ein Ausbruch im nördlichen Theil des Vatnajökul (Süd-Ost-Island) stattgefunden habe. Da der Eruptionspunkt mehrere Tagereisen weit von den nächsten bewohnten Orten entfernt war, von denselben getrennt durch wilde Lava- und Eisfelder, so gelang es nicht, denselben zu erreichen und seine Lage genau zu bestimmen. Eine Rauchwolke soll seitdem an jener Stelle wiederholt beobachtet worden sein. — Gegen Ende Dec. 1874 und Anfang Jan. 1875 empfand man im Nord- und Ostland Erdbeben, welchen ein vulkanischer Ausbruch zu folgen pflegt. Sie waren von starkem Getöse begleitet. Endlich gewahrte man von den zunächst nördlich des Vatnajökul liegenden Ansiedlungen (Myvatnsveit) und mehreren andern Gehöften des Nordlands ein bedeutendes Feuer im Süden, welches indess

Digitized by Google

von einem andern Krater auszugehen schien als jenem, welcher im Winter 1872/73 thätig war. Diese neue Eruption scheint etwa eine Woche vor Weihnachten begonnen und bis Ende Februar gedauert zu haben. Ungefähr um dieselbe Zeit als dieser Krater seine Thätigkeit einstellte, öffnete sich ein neuer auf den östlich des Sees Myvatn liegenden Hochebenen, mehrere Tagereisen von den Vulkanen des Vatnajökul entfernt. In Myvatnsbygden wohnt der intelligente Bauer (den begavede Bonde) Jon Sigurdsson auf Gautlönd. ein Altingsmand, welchem es wesentlich zu danken ist, dass das milde Wetter des verflossenen Winters (während Amerika und Europa strenge Winter hatten) zur Untersuchung der beiden Krater benutzt wurde. Er nahm selbst an einer dieser Expeditionen Theil. Das Ergebniss war, dass der südlich von Myvatnsbygden gesehene Ausbruch keineswegs dem Vatnajökul angehöre, sondern in dem mehr nördlichen Dyngjufjelde liege. J. Sigurdsson meldet zunächst in einer Zuschrift d. d. Gautlönd am Myvatn, 8. Jan. an die isländ. Zeitung Nordantari. »Eine Woche vor Weihnachten begannen bei uns die Erdbeben; die Stösse waren nicht sehr stark aber so häufig, dass man sie nicht mehr zählte. Bei den heftigsten Erschütterungen krachten die Häuser und Alles was lose lag oder stand fiel um. Am stärksten war das Beben am 2. Jan., so dass man an diesem Tage sagen konnte, dass dasselbe ohne Aufhören vom Morgen bis Abend dauerte. Wenige Tage zuvor hatten wir bei klarem Wetter gegen Süd eine Rauchwolke gesehen, und am 3. Jan. kurz vor Tagesanbruch erblickten wir in der Richtung SSO ein bedeutendes Feuer. Das Licht streckte sich hoch gegen den Himmel und nahm einen breiten Raum am Horizont ein. Bald entzog dichtes Gewölk uns den Anblick. Die Erderschütterungen wurden seitdem schwach, so dass wir gestern und heute keine spürten. Es ist nicht leicht zu sagen, wo das Feuer ausgebrochen, wenn in Vatnajökul, so muss der Krater etwas mehr gegen W. liegen als der Ausbruch von 1867.« Unter dem 26. Febr. schreibt der Bauer und Altingsmand Sigurdsson an den Redacteur des Nordantari: »Wir rüsteten zur Untersuchung des neuen Kraters vier Männer aus, welche von Myvatnsbygden am 15. d. aufbrachen. Sie nahmen ihren Weg gegen Süd, quer über Odádahraun, nach den Höhen Dyngjufjöll hin fremri, welche 24 starke Wegestunden von Bygden entfernt sind. Es war fast auf der ganzen Hin- und Rückreise schönes helles Wetter. Als jene Männer die Hälfte des Wegs zurückgelegt, hörten sie zuerst starkes Dröhnen und Donnern und bemerkten zugleich einen Lichtschein; beide Erscheinungen nahmen in dem Maasse zu als sie sich den Bergen näherten. Nachdem sie ein gutes Stück Weg weiter gegen Süd vorgedrungen, sahen sie auf dem westlichen Theil der Gebirgshöhen eine Rauchwolke sich gegen den Himmel erheben. Dort wo die grosse Karte von Björn

Digitized by Google

Gunnlaugson ein ringförmiges Gebirge unter dem Namen Askja angiebt (die Zeichnung soll indess der Wirklichkeit nicht entsprechen), fanden die ausgesandten Männer den Ort, wo das Feuer ausgebrochen. Sie berichteten, dass sich dort ein grosser Krater oder eine brodelnde Quelle finde, welche Steine und Lava mehrere hundert Fuss in die Luft schleudere. Wegen dieses Steinregens konnten sie sich dem Krater nur auf 60 bis 70 Faden nähern. Sie fanden mehrere kochende Quellen in der Nähe des grossen kochenden Schlundes, und glaubten zu bemerken, dass ein kleiner Lavastrom aus einem der kleineren Krater ströme, doch konnten sie nicht in die Nähe kommen. Einige dieser Kessel ergossen Wasser, welches sich zu einem kleinen See gesammelt. Ueberall war der Lavaboden zerrissen und zerspalten durch grosse Klüfte, einige Stellen waren gesunken und eingestürzt, so dass es nicht leicht war, in die Nähe dieser unterirdischen Thätigkeit zu gelangen. — Nach der Heimkehr der Expedition sah man bei klarem Wetter von Bygden aus täglich die Rauchwolke in gleicher Grösse. Zuweilen fühlte man auch einige Erschütterungen, doch kein bedeutendes Erdbeben; es ist wohl möglich, dass dieselben mit den Erscheinungen zusammenhängen, über welche ich jetzt einige Worte berichten will.

Am 18. Febr. Abends sah man von Grimsstadir auf den Fjelden (einem einzeln liegenden Hof eine halbe Meile westlich von Myvatn) ein bedeutendes Feuer auf den hohen westlichen Bergen, welche zwischen Myvatnsbygden und Jökelsaaen liegen und bald Myvatnsörkenen, bald Oesterfjeldene genannt werden. Das Feuer schien zuerst von einzelnen Punkten sich zu erheben, später aber sah es aus, als ob es ein einziger grosser Brand sei von gewaltiger Längenausdehnung. Als diese Nachrichten nach Bygden kamen, vereinigten sich einige Männer, den vulkanischen Ausbruch zu untersuchen. Unter ihnen auch ich. Der Krater ist etwa 4 bis 5 Meilen von Bygden gegen West entfernt, diesseits des sog. Sveinagja in den Oesterfjelden. Als wir dort anlangten, hatte der Ausbruch überall sein Ende erreicht; doch an den letztverflossenen Tagen muss das Feuer aus dem Krater aufgestiegen sein, denn an mehreren Stellen fanden wir die Lava noch glühend. Das Feuer ist augenscheinlich an mehreren Punkten hervorgebrochen und hat viele theils grosse, theils kleine Krater gebildet. Aus einigen dieser Schlünde ist eine sehr zähe Lava geflossen und hat hohe Klippenzüge und Lavarücken gebildet, andere Schlunde spieen eine äusserst flüssige Lava aus, welche dünne flache Ströme bildet. Alle Krater hatten damals ihre Thätigkeit eingestellt, indem einige durch die ausgeschleuderten und wieder in den Schlund zurückgestürzten Bimsteine verstopft waren, während andere offen waren und in ihrer Tiefe bodenlose Spalten erkennen liessen. Den meisten Kratern entstieg noch heisser Dampf. Der grösste Krater hatte vorzugsweise gebrannt, Steine ausgeschleudert,

Digitized by Google

einige von solchem Gewicht, dass ein Mann sie nicht vom Boden heben konnte. Diese grossen Blöcke waren kaum bis zum Kraterrand geschleudert worden, während die kleineren Steine, Schlacken und Bimssteine 30 bis 40 Faden weit geflogen waren. Einige Steine fielen in den Schnee und hatten ihn geschmolzen. Asche scheint bei diesen Ausbrüchen nicht ausgeworfen zu sein. Die Lavamasse, welche von den Kratern gemeinsam ausgespieen wurde ist $^1/_2$ M. lang, und im Maximum 3—400 Faden breit. Der Strom hat eine Thalsenkung ausgefüllt und besitzt wohl eine sehr bedeutende Dicke. Jetzt war die Lava im Erstarren begriffen, doch in den Spalten erblickte man noch das weissglühende Feuer unter der 2 bis 4 Fuss dicken erstarrten Rinde. Es war nicht gefahrlos, über dieselben hinzuschreiten, denn die Lava war sehr heiss und zerklüftet und trug kaum das Gewicht eines Mannes. Unsere Schuhe und Strümpfe wurden verbrannt. An zwei oder drei Stellen fanden wir hohle Lavagewölbe, deren kleinstes sich vortrefflich ausnahm und mit der schönsten Eisengussarbeit sich vergleichen konnte. Man würde dies Gebilde eine Kostbarkeit nennen, wenn man es in einen Königspallast senden könnte. In der Umgebung des Lavastroms ist der Boden von grossen und gefährlichen Spalten zerrissen. Ich glaube, dass die Eruption an dieser Stelle jetzt erloschen ist, doch halte ich es nicht für unwahrscheinlich, dass das unterirdische Feuer über kurz oder lang in unserer Nachbarschaft wiederum hervorbricht." — So weit der wackere Bauer Sigurdsson, am Gestade der Myvatn im nördlichen Island.

Ueber den Ausbruch im Dyngjufjeld liegt noch folgender Bericht eines Ungenannten an die Zeitung Isafold vor d. d. Myvatnsbygden 27. Febr. „Am 16. Febr. gegen 11 U. Vorm. war die ausgesandte Expedition im östlichen Theil der Dyngjufjelde. Es sind dies Lavaplateaus, an welche sich gegen Ost ein Höhenrücken anschliesst. Die Männer überstiegen diese, kaum $^1/_2$ Wegestunde breite Höhe und gelangten in ein enges Thal oder eine Spalte, welche sich von West nach Ost erstreckt. Der Abstieg war etwas steil. Südlich von dieser Thalschlucht erhebt sich ein hohes jähes Gebirge, welches indess nicht weit nach West sich erstreckt, weil jene Thalschlucht gegen Süd umbiegt und so den Gebirgen eine Grenze setzt. Ueber dem westlichen Theil des Gebirges sahen sie Rauch. Da sie glaubten, dass die Schlucht sich noch weit hinzog, so folgten sie derselben nicht, sondern überschritten das Gebirge, dessen Höhe sie auf etwa 2000 F. angaben, quer gegen Süd. Dasselbe war nur schmal; als sie an den Südrand kamen, sahen sie das Ziel ihrer Wanderung. Sie erblicken zu ihren Füssen gegen Süd-West einen tiefen Thalkessel mit flachem Boden, eine halbe Meile im Durchmesser, rings umschlossen von hohen und steilen Felswänden, welche gegen Ost wilde Klippen darboten und nur gegen West und Nordwest weniger jäh waren. Die oben erwähnte Felskluft hatte von Nord her eine schmale Oeff-

Digitized by Google

nung in jenen Thalkessel, welcher von neugefallenem Schnee bedeckt war. Im südöstlichen Theil desselben, nahe der Felsenwand, lag der Krater, welchem der dichteste Rauch entstieg. Derselbe hatte keinen Kegel aufgebaut, sondern war nur mit einem niedrigen Lavaring umschlossen, dessen Durchmesser auf 40—50 Faden geschätzt wurde. Die Innenwände des Schlundes waren, soweit man sie erkennen konnte, steil. Die Männer nahten dem Krater bis auf 70 Faden. Die Eruptionen geschahen stossweise mit wechselnder Heftigkeit. Wegen des schrecklichen Rauches konnten sie die Beschaffenheit der Auswurfsmassen nicht deutlich erkennen; es waren augenscheinlich glühende Steine und Feuerschlamm. Das meiste fiel wieder in den Krater zurück oder auf dessen Rand, von welchem die Massen alsdann zur Tiefe rollten. Ein entsetzliches Lärmen und Dröhnen erscholl aus der Kratertiefe. Die herausgeschleuderten Massen flogen wohl 100 Faden hoch, einige der Männer schätzten die Wurfhöhe noch bedeutender. Feuersäulen sahen sie nicht dem Krater entsteigen. Etwa 80 bis 90 Faden westlich war (wohl eine Folge der Eruption) eine Bodensenkung in Form eines Hufeisens, die Fläche des gesunkenen Landes wurde auf 5 Tönder geschätzt [1 dänische Tönde — Tonne — = 55,16 Ares]. Die Senkung war am bedeutendsten gegen Nord West, wo die das Senkungsfeld- umgebenden Klippen etwa 6 Faden aufragten. Im südlichen Theil desselben war ein kleinerer Krater, in welchem es ruhig brodelte. Aus demselben war ein kleiner Lavastrom gegen Süd-West mit zungenförmigem Fortsatz ausgeflossen. Weiter westlich im Senkungsgebiet war noch ein kleinerer Krater, welcher rauchte, aber nicht auswarf. Viele nicht mehr dampfende Löcher und Spalten waren unregelmässig zerstreut. Es gelang den Männern indess wegen der Steilheit des Bruchrandes nicht, den eingesunkenen Boden zu betreten. Man hätte dazu der Seile bedurft und solche führte die Expedition nicht mit sich. — In der Umgebung des grossen Kraters bebte der Boden unaufhörlich. Die Männer bauten sich eine Schneehütte unter einer schützenden Klippe. Doch mussten sie von dort fliehen wegen eines Erdbebens, welches von solcher Stärke war, dass sie fürchten mussten unter den einstürzenden Felsen begraben zu werden. Der ganze Weg von der Ansiedlung (Bygd) am Myvatn bis zum Krater wurde auf 10 Meilen geschätzt.

Die Männer berichteten auch von einem bedeutenden Aschenfall in Kelduhverfet gegen Nordost, welcher für das Wachsthum des Sommergrases ein Unglück sein würde."

Es ist nicht das erste Mal, dass die Asche der isländischen Vulkane bis Skandinavien getragen wurde. Bei der Eruption des Katlngjaa (Süd-Island) v. 1625 fiel die Asche in Bergen, ebenso wurde sie bei der Eruption desselben Vulkans vom J. 1755 bis zu den Farōern getragen. Auch die Hekla-Asche der Eruption 1693

Digitized by Google

flog bis zu den Faröern und an die norwegische Küste. Die Entfernung des Eruptionspunkts unfern des Myvatn von der norweg. Küste beträgt 165 d. M., bis nach Stockholm 250 M. Die erstere Entfernung ist fast genau gleich derjenigen vom Vesuv bis Konstantinopel, in welcher Stadt der Aschenfall der Vesuv-Eruption 472 nach dem Zeugniss des Procopius so grossen Schrecken erzeugte. Fast genau gleich ist auch die Flugbahn der Asche, welche aus dem Vulkan von Sumbara 1815 ausgeworfen, in Batavia niederfiel, ja welche sogar bis nach Sumatra gelangte. Mit Spannung dürfen wir den nächsten Nachrichten aus Island entgegen sehen. Aschenfälle mit so erstaunlich weiter Flugbahn haben auch ein hohes geologisches Interesse, indem sie uns zeigen, dass die Ausbruchsstelle vulkanischer Tuff- und Aschenschichten zuweilen in grosser Ferne liegen kann.

Chemische Section.

Sitzung vom 8. Mai 1875.

Anwesend: 7 Mitglieder und 5 Gäste.

Vorsitzender: Prof. Zincke.

Professor Zincke berichtet über eine Arbeit, welche auf seine Veranlassung und unter seiner Leitung von Hrn. Dr. Wehnen ausgeführt worden ist.

Dieselbe betrifft die Untersuchung zweier Kohlenwasserstoffe, welche der Vortragende vor einiger Zeit neben Benzylbenzol bei der Einwirkung von Zink auf Benzylchlorid und Benzol erhalten hatte und über welche bereits früher berichtet worden ist. Beide Kohlenwasserstoffe wurden damals als isomore Modificationen von Dibenzylbenzol — entsprechend der Formel: $C_6H_5CH_2-C_6H_4-CH_2-C_6H_5$, angesehen; eine Ansicht welche durch die Arbeit des Herrn Wehnen ihre Bestätigung gefunden hat.

Beide Kohlenwasserstoffe liefern bei der Oxydation als Hauptproduct zwei Ketone, welche der Formel: $C_{20}H_{14}O_2$ entsprechen; in kleiner Menge, aber doch mit Sicherheit nachweisbar, entstehen ausserdem zwei Säuren und zwar aus dem bei 86° schmelzenden Kohlenwasserstoffe die α-Benzoylbenzoesäure, aus dem zweiten bei 76° schmelzenden der isomere β-Benzoylbenzoesäure. Diese Uebergänge zeigen, dass beide Kohlenwasserstoffe, was Stellung der Seitenketten anbetrifft, den beiden Benzyltoluolen resp. den beiden Benzoylbenzoesäuren entsprechen und daher zweckmässig in ähnlicher Weise unterschieden werden. Der früher als I bezeichnete Kohlenwasserstoff muss als α-Dibenzylbenzol und das daraus dargestellte Keton als-α Dibenzoylbenzol bezeichnet werden, der Kohlenwasserstoff II wäre β-Dibenzylbenzol, das entsprechende Keton β-Dibenzoylbenzol zu nennen.

Digitized by Google

Das α-Dibenzoylbenzol lässt sich am besten durch Oxydation mit Chromsäure und Eisessig darstellen: es entsteht aber auch bei Anwendung von verdünnter Salpetersäure oder einer Mischung von chroms. Kali, Schwefelsäure und Wasser. In kaltem Alkohol, in kaltem Eisessig und in Aether ist es verhältnissmässig schwer löslich, leichter löst es sich in heissem Alkohol und heissem Eisessig, sowie in Chloroform. Beim Erkalten der heissen Flüssigkeiten krystallisirt es in flachen glänzenden Nadeln oder breiteren Blättchen, durch Verdunsten in Chloroformlösung wird es zu grösseren keilförmigen Krystallen. Es schmilzt bei 159—160° und lässt sich in kleineren Mengen, wenn auch schwer sublimiren.

Zink und Salzsäure verwandeln in heisser alkoholischer Lösung das α-Keton in harzige zur Untersuchung nicht geeignete Körper, welche beim Behandeln mit Chromsäure wieder das ursprüngliche Keton regeneriren. Bei weitem günstiger wirkt Natriuminamalgam auf eine alkoholische Lösung des Ketons; es entsteht in leidlich glatter Reaction der entsprechende Isoalkohol: $C_6H_5-CH.OH-C_6H_4-CH.OH-C_6H_5$. Derselbe ist in Alkohol, Aether, Chloroform, Eisessig etc. leicht löslich; aus verdünntem heissem Alkohol oder verdünnter heisser Essigsäure krystallisirt er in weissen seideglänzenden Nadeln, welche bei 171° schmelzen. Beim Erhitzen mit Essigsäureanhydrid und mit Benzoesäureanhydrid wird der Isoalkohol in die entsprechenden neutralen Aether verwandelt: beim Erwärmen mit Säurechloriden (Acetylchlorid, Benzoylchlorid) entstehen keine Aether, sondern eigenthümliche chlorhaltige Verbindungen, welche an der Luft Salzsäure aushauchen. Phosphorpentachlorid wirkt auf das α-Keton genau wie auf andere Ketone; in den Carbonylgruppen wird der O durch Cl vertreten und man erhält ein Tetrachlorid, welches sich aus wasserfreiem Aether in guten Krystallen erhalten lässt, von Wasser, Alkohol, Eisessig aber wieder in das Keton zurückverwandelt wird.

Das β-Dibenzoylbenzol lässt sich ebenfalls am einfachsten durch Oxydation mit Chromsäure und Eisessig gewinnen; die Einwirkung ist aber bedeutend heftiger und ein Theil des Kohlenwasserstoffs wird zerstört. Das erhaltene β-Keton ist in allen Lösungsmitteln bei weitem löslicher als α-Keton. Aus heissem Alkohol krystallisirt es in rechtwinkelige Tafeln, die meist treppenförmig oder trichterförmig mit einander verwachsen, so dass grössere von verschiedener Form entstehen. Der Schmelzpunkt liegt bei 145—146°.

Umwandlungsproducte dieses Ketons konnten nicht untersucht werden, da eine zu kleine Menge Substanz zu Gebote stand. Der einzige Versuch, welcher ausgeführt wurde — Einwirkung von Natriumamalgan, ergab insofern ein ungünstiges Resultat, als kein Isoalkohol erhalten werden konnte, sondern das Keton in unveränderter Form wieder erhalten wurde. Es unterliegt jedoch wohl keinem

Digitized by Google

Zweifel, dass bei Anwendung genügender Mengen von Keton auch das β-Isoalkohol wird darstellbar sein.

Medicinische Section.

Sitzung vom 24. Mai 1875.
Vorsitzender: Prof. Binz.
Anwesend: 14 Mitglieder.

Dr. Hurm wird als ordentliches Mitglied aufgenommen. — Es wird beschlossen, die kalendermässigen Sitzungen in diesem Jahre noch um zwei zu vermehren und die eine am 21. Juni, die andere am 20. December abzuhalten.

Dr. Freusberg setzt die in voriger Versammlung gemachten Mittheilungen über die motorischen Centren des Lendenmarks fort. — Auch nach Durchschneidung des Rückenmarks treten bei Hunden Verblutungs- und Erstickungskrämpfe im Hinterkörper auf. Die Erregbarkeit durch das venöse Blut kommt allen centralen Apparaten zu, doch der Medulla oblongata in überwiegend starkem Maasse.

Noch bevor es zu den directen Krämpfen kommt, findet man bei verblutenden Thieren, denen das Rückenmark durchschnitten, die Reflexerregbarkeit des Hinterkörpers gesteigert, während in den mit der medulla oblongata in nervösem Zusammenhange bleibenden Theilen die Reflexerregbarkeit bei der Verblutung und Erstickung erlischt (Cornearefiex).

Apnö hebt die Reflexerregbarkeit des isolirten Lendenmarks gleichfalls auf.

Diese Erscheinungen erklären sich aus folgenden allgemeinen Gesetzen: 1) Gleichsinnige Reize summiren ihre Wirkung auf's Centralorgan. 2) Reize, welche jeder für sich andere Stellen des Centralorgans erregend andere Wirkungen hervorbringen, beeinträchtigen und hemmen bei gleichzeitigem Vorhandensein ihre Wirkungen gegenseitig.

Redner führt als Beweise die verschiedensten Combinationen sensibler und automatischer und toxischer Reize an und deren Wirkung. Indem jede Reizung den Effect jeder andern, dieselbe Thätigkeit erweckenden Reizung erhöht, lässt sich das erste Gesetz so fassen: Die Erregung eines centralen Heerdes steigert dessen Erregbarkeit; oder: die Thätigkeitserregung und die Erregbarkeitssteigerung der centralen Apparate sind wesensgleiche, nur graduell verschiedene Zustandsänderungen derselben.

Indem jede Thätigkeitserregung centraler Heerde die Erregbarkeit aller anderen Stellen des Centralorgans für eine anderen hinzukommende schwächere Reizung herabsetzt, hält F.

Digitized by Google

die Annahme besonderer Reflexionshemmungscentren für überflüssig, und erklärt speciell die von der Medulla oblongata z. B. bei der Erstickung ausgehende Reflexhemmung dadurch, dass die »automatischen« Centren der Medulla oblongata durch das Erstickungsblut so enorm gereizt werden, dass die durch dasselbe bewirkte Reizung und Erregbarkeitssteigerung aller übrigen Innervationsheerde dadurch compensirt wird und nicht eher zum Ausdrucke kommen kann, als bis die überreizten »automatischen« Centren erlahmen unter stets wachsender Reizursache. Die ausführliche Publication ist in den Archiven für Physiologie und für experimentelle Pathologie enthalten.

Herr Stein legt Jute, zu Verbandsmaterial für chirurgische Zwecke verarbeitet, vor.

Prof. Mohr sprach über naturwissenschaftliche Ausdrücke homerischen Ursprungs. Im Laufe der Jahrhunderte, wo die homerischen Gesänge als Bildungsgegenstand der bedeutendsten Culturvölker bekannt waren und wirkten, sind eine Anzahl Ausdrücke in die Sprachen der Völker aufgenommen worden. Dieselben werden jetzt immer gebraucht, ohne dass man ihrer ursprünglichen Quelle gedenkt. Sie finden sich in Anatomie, Botanik, Mineralogie und theilweise auch in der gewöhnlichen Sprache des Volkes. Es ist wohl interessant, von einigen die Ableitung nachzuweisen.

So haben wir *ἄσθμα* als Athembeklemmung. Hector war von Ajas mit einem Steine auf die Brust, nahe am Halse (Ilias 14, 412) getroffen worden und zu Boden gesunken. Der erwachende Zeus sieht ihn von Ida aus in der Ebene liegen, nach Luft schnaufend (*ἄσθματι ἔχετο*) und blutspeiend (*αἷμ' ἐμέων*). Dieselbe Bedeutung hat es an einer zweiten Stelle (Il. 16, 109), wo Ajas schwer athmet, als er von den Trojanern zurückgedrängt worden war. Das Wort Asthma, asthmatische Beschwerden, ist in unsere Sprache aufgenommen. Das Wort *ἐμέω* kommt nur einmal an der oben citirten Stelle vor und findet sich in Tartarus emeticus, Brechweinstein, wieder.

Οἴδημα, Oedem, Geschwulst, auch *οἶδμα* von *οἰδέω*, schwellen (Odyssee 5, 455), auch *οἰδάνειν* (Il. 9, 554), wo es allegorisch von dem schwellenden Zorn des Meleager gebraucht wird. Ferner ist auch *οἰδίπους*, Schwellfuss, abzuleiten von einer Missbildung des Fusses des Oedipus, aus dem Sagenkreis der Labdaciden, die bei Homer aber nicht vorkommen.

βουβών, die Weiche, inguen, kommt nur einmal vor (Il. 4, 492), wo Leukos in der Weiche verwundet wird. Es bedeutet also dort nur die Stelle, wo wir jetzt die Bubonen, Anschwellung der Leistendrüsen, hin verlegen.

Digitized by Google

γλουτός, die Glutäen, Gesässmuskel, Musculus glutaeus maximus, der Muskel, welcher den Oberschenkel zurückzieht, und dadurch das Vorwärtsbewegen des Körpers in Bezug auf den auf der Erde stehende Fuss bewirkt.

Zweimal wird der rechte Hinterbacken genannt (γλουτὸν κατὰ δεξιόν, Il. 5, 66 und 13, 651) und einmal (Il. 8, 340) in Verbindung mit ἰσχίον, der Kopf des Os femoris, welcher in der Pfanne, Acetabulum, bei Homer κοτύλη genannt, (Il. 5, 306) ganz deutlich an dieser Stelle beschrieben ist. Diomedes schwingt den gewaltigen Feldstein:

»Hiermit traf er Aeneias am Hüftgelenk
wo des Schenkels
»Bein in der Hüfte sich dreht, das auch die
Pfanne (κοτύλη) genannt wird
»Und zermalmt ihm die Pfanne und zerriss
ihm beide die Sehnen (τένοντε).«

Die Verletzung muss doch nicht so schlimm gewesen sein, denn Aeneias tritt bald wieder auf, allerdings geheilt von der Aphrodite, wodurch die Sache etwas glaublicher wird. Das Wort ἰσχίον ist von ἴσχω, der verstärkten Form von ἔχω, abgeleitet, und hat nur den Begriff des Festhaltens, der Stärke. Unsere Ausdrücke Ischias als Gelenkschmerz, und Nervus ischiadicus, der fingerdicke Nerv des Beines, beziehen sich blos auf die Stelle oder die Nähe des ἰσχίον.

χολή, die Galle, und χόλος, der Zorn; bei Homer nur die letzte Form in der Bedeutung Zorn, so wie wir auch in unserer Sprache für Zorn und Galle promiscue gebrauchen. Das Wort findet sich in Cholsäure, Cholostearin, Ductus choledochus etc. wieder.

ἀστράγαλος ist als Sprungbein, Astragalus, in die Anatomie übergegangen. Bei Homer bedeutet es die Halswirbel. Elpenor fällt berauscht (οἰνοβαρείων) im Pallast der Circe vom Dache herunter und bricht den Hals (ἐκ δὲ οἱ αὐχὴν ἀστραγάλων ἐάγη, Odyss. 10,559). Noch deutlicher erhellet die Bedeutung aus Il. 14, 465: Der Speer traf den Archelochus an der Verbindungsstelle von Hals und Kopf in den letzten Wirbel (νείατον ἀστράγαλον). Dann bedeutet es auch Würfel, so wie auch Wirbel ursprünglich als Würfel verwendet wurden, und man auch jetzt mit Knöcheln der Würfelspielen bezeichnet. Der Geist des Patroklos erzählt (Il. 23, 86) im Traume dem Achilleus, wie er als Knabe beim Würfelspiele erzürnt (ἀμφ' ἀστραγάλοισι χολωθείς) einen andern Knaben erschlagen, und deshalb fliehend in das Haus des Peleus gekommen sei.

κνήμη, der Unterschenkel oder die Schiene, tibia, ist in der Benennung des Musculus gestrocnemius enthalten. κνημίς, die Beinschiene, Bedeckung der κνήμη.

νευρά und νεῦρον, die Sehne, meistens die Sehne am Bogen. Die Sehne, anatomisch als das Verbindungsorgan zwischen Muskel

Digitized by Google

und Knochen, wurde auch am Bogen verwendet. Beide Ausdrücke kommen sehr oft bei Homer als Bogensehne vor. Durch Metathesis ist aus demselben unser Wort Nerv entstanden, welcher Begriff bei Homer noch nicht vorkommt. Nerv und Sehne wurden einfach verwechselt.

ἔντερον, das Innere, dann das Eingeweide, speciell auch Darm; in der letzten Bedeutung nur einmal vorkommend, in der ersteren sechsmal. Das Wort findet sich in Dysenteria, Darmkrankheit, Ruhr, wieder.

Ἄτλας, der Vater der Kalypso (Odyss. 7, 245), Personification des hohen Gebirges an der Westküste von Africa,

»der selbst die erhabenen Säulen
Aufhebt, welche die Erd' und den wölbenden Himmel
Sondern (Odyss. 1, 53)«

bedeutet etwas, was mächtig trägt, aus ἀγαν und τλάω, und ist mit dieser Bedeutung als erstes Halswirbelbein, Atlas, in die Anatomie aufgenommen, weil darauf der Kopf sitzt. Er ist beweglich durch ein Kapselgelenk mit dem zweiten Halswirbelbein, Epistropheus, verbunden, dessen Zahnfortsatz (processus odontoïdeus) er umfasst.

ὀδούς, der Zahn, die gewöhnliche Form von ὀδών, vor δάω oder δαίω, schneide, spalte, sehr häufig; in Verbindung mit ἄλγος, Schmerz (Il. 1, 2), haben wir es in Pilulae odontalgicae; dann in den Ausdrücken Leontodon, Löwenzahn, Labyrinthodon, Hohlzähner, Keratodon, Hornzahn u. a.

ἀγκύλος, gekrümmt, einen Winkel machend, etwa das lateinische angulus, ein Winkel, und der pathologische Ausdruck Ankylose, wenn ein Glied nicht mehr grade gestreckt werden kann, sondern gebogen bleibt.

κοτυληδών, ein Lappen, der etwas einschliesst, kommt nur einmal vor (Odyss. 5, 433). Dort heisst es vom Meerpolypen, den einer aus dem Lager aufzog, dass er mit seinen äussersten Gliedern (πρὸς κοτυληδονόφιν) viele Steinchen festhaltend mitnimmt. Man könnte dabei an die Actinien oder Seesterne denken. In der Botanik bedeutet das Wort Kotyledonen jetzt Samenlappen, und ist in Mono- und Dikotyledonen enthalten.

An dieser Stelle (Odyss. 5, 432) findet sich auch

πολύπους, der Vielfuss, Polyp, der hier nur ein Meerestier bezeichnet, in unserem deutschen Polyp eine ganz andere unglückliche Bedeutung erhalten hat.

κηρός, das Wachs, in das lateinische cera übergegangen, jetzt in den chemischen Ausdrücken Cerin, Cerotin enthalten. Dass es unser Wachs bedeutet, geht daraus hervor, dass es (Odyss. 12, 48) nach Honig riechend (μελιηδής) genannt wird, und mit den Händen weich geknetet wird (κηρὸν δέψησας). Odysseus verstopfte damit

Digitized by Google

seinen Genossen auf dem Schiffe die Ohren, damit sie den Gesang der Sirenen nicht hören konnten. Er selbst hörte ihn an dem Mast (ἱστός) angebunden und wurde erst gelöst, als die Sireneninsel ausser Sicht war.

ἱστός, Mastbaum, dann auch Webestuhl, von στάω, stehen, weil der Zettel senkrecht hing, wie jetzt noch bei den Gobelins, und auch die Arbeitende davorstand. Sehr nahe liegt nun auch die Verwechslung des Webstuhls mit dem Gewebe selbst, und Histologie bedeutet nur die Gewebslehre.

Im eigentlichsten Sinne homerischen Ursprungs ist die Achillessehne, tendo Achillis, von der genauen Beschreibung, welche der Dichter über die Art und Weise gibt, wie Achilles die Leiche des Hektor an seinen Wagen befestigt (Il. 22, 395).

»Sprach's und schimpfliche Schmach verübt er am göttlichen Hektor,
»Denn an den Füssen sogleich durchbohrt er ihm hinten die Sehnen
»Zwischen der Fers' und dem Knöchel und band ihn mit Riemen von Stierhaut
»Fest an den Wagen, so dass ihm das Haupt nachschleift' in dem Staube.«

Die Sehne heisst hier (Il. 32, 396) τένων, von τείνω, spannen, wovon das lateinische Wort teneo und tendo, so wie das medicinische Wort »tonische« Arzneimittel vom Perfectum secundum τέτονα abgeleitet ist. Die Durchbohrung müsste eigentlich nicht durch die Sehne gehen, sondern zwischen dieser und dem Knochen, denn die Sehne ist von der Seite schmal und nur von der hintern Seite breit. Die Achillesschne ist neben der an der Kniescheibe die stärkste im menschlichen Körper. Sie verbindet die beiden Köpfe des Zwillingsmuskels der Wade (M. gastrocnemius) und den Wadenmuskel (M. soleus) mit dem Fersenbein (tuber calcaneus). Oben ist sie breit und wird nach unten schmäler. Sie ist gespannt, wenn der Körper auf den Fussspitzen steht. An dem Pferde ist sie sehr sichtbar, und wird im Kriege oft durchhauen, wenn man die Pferde nicht tödten oder retten kann. An Fleischerläden werden die geschlachteten Thiere an dieser Sehne aufgehangen.

Von der Unverwundbarkeit der Ferse des Achilles findet sich bei Homer keine Andeutung.

μαραίνω, welken, schwach werden, langsam verlöschen, findet sich in dem Ausdrucke Marasmus senilis. Das Wort kommt zweimal vor und zwar jedesmal vom Auslöschen des Feuers gebraucht. Il. 9, 212: φλὸξ ἐμαράνθη, die Flamme verlosch im Zelte des Achilles, als die Boten des Agamemnon bewirthet waren und ihre Botschaft anbringen wollten; dann Il. 23, 223: πυρκαιὴ ἐμαραίνετο, wo der Holzstoss des Patroklos verlosch.

Digitized by Google

κρύσταλλος, das Eis, von κρύος, die Kälte, und στέλλομαι, sich zusammenziehen; bei Homer nur Eis. Il. 22, 152: ἐξ ὕδατος κρυστάλλῳ, wo es mit Hagel und Schnee als dritte Form zusammengestellt ist. Die deutsche Sprache hat für Krystall im mineralogischen und chemischen Sinne kein eigenes Wort. Volger hatte Quarz vorgeschlagen, es fand aber keine Aufnahme.

μήκωνν, Mohn, jetzt in Mekonsäure, Meconium, begegnend. Von der schlafmachenden Kraft des Mohns ist keine Rede. Die Pflanze soll mit Regen belastet das Haupt zur Erde neigen. Die Mohnkapsel, κώδεια, kommt einmal (Il. 14, 499) vor, wovon unser Alkaloid Kodein abgeleitet ist.

στέαρ, Fett, jetzt in Stearin, Stearinsäure gebräuchlich, bedeutet ein steifes Fett (Odyss. 21, 178 und 183), weil davon eine Scheibe (τροχός) in einem Kessel geschmolzen wurde, um den Bogen des Odysseus biegsamer zu machen; aber die Freier konnten ihn doch nicht spannen.

καρπός, die Handwurzel, in die Anatomie als carpus aufgenommen, welche beim Menschen aus 8 kleinen Knochen besteht, die in 2 horizontalen Reihen, zu je 4, gefügt sind. Es kommt in dieser Bedeutung selbst beim Handkuss vor, Odyss. 24, 398: κύσε δὲ χεῖρ' ἐπὶ καρπῷ, wo Dolios als Knecht seinem Herrn die Hand küsst. Achilles fasst die rechte Hand des Priamos ἐπὶ καρπῷ (Il. 24, 671). Auch bedeutet es eine reife Frucht an andern Stellen und ist so in das botanische carpophorum, Fruchtträger übergegangen.

εἴδωλον, das Idol, Schattenbild, wie die Schatten der Verstorbenen in der Unterwelt beschrieben werden. Sie hatten noch die Gestalt und Denkungsart wie auf der Oberwelt, aber es war keine Kraft mehr darin. Das Wort kommt von εἰδω, sehen, woraus das lateinische video durch das aeolische Digamma entstanden ist, wie auch vinum aus οἶνος, vicus aus οἶκος.

αὐτόματος, etwas was sich von selbst bewegt, wie die Dreifüsse auf Rollen (Il. 18, 376), oder was aus eigenem Antriebe kommt, wie Menelaos zum Agamemnon (Il. 2, 408). Wir haben davon das Wort Automat.

αὐτοδίδακτος nennt sich der Sänger Phemios (Odyss. 22, 347), er habe die vielerlei Lieder aus sich selbst gelernt; er wird auch beim Freiermord verschont. Wir gebrauchen das Wort Autodidakt von Jemand, der keinen Unterricht gehabt hat und durch eigene Anstrengung eine Wissenschaft oder Kunst gelernt hat.

φῦκος kommt nur einmal vor (Il, 9, 7), bedeutet aber da ganz bestimmt einen Seetang, weil vom Meere die Rede ist, welches während des Sturmes vielen Tang auswirft (πολλὸν δὲ παρὲξ ἅλα φῦκος ἔχευαν). Es stammt von φύω, wachsen, erzeugen, und hat also die gleiche Abstammung mit φυσις, Beschaffenheit, Natur, und Physik, Naturlehre. Hermes gibt dem Odysseus die Pflanze Moly als Gegen-

Digitized by Google

gift gegen die Zaubertränke der Circe, und zeigte ihm ihre Eigenschaft, Wirkung, *καί μοι φύσιν αὐτοῦ ἔδειξεν*, wie Odysseus dem Alkinoos erzählt. An dieser Stelle findet sich auch das Wort

φάρμακον, welches Arzneimittel, Gift und Gegengift bedeutet. Als Pfeilgift (Odyss. 1, 261) *φάρμακον ἀνδροφόνον*, männertödtendes Gift. Es finden sich bei Homer *φάρμακα ἐπίπαστα*, aufgelegte; *χριστά*, eingeriebene und *πιστά*, getrunkene. Helena wirft in die Becher der Gäste das *φάρμακον νηπενθές*, das schmerzvergessen machende Mittel, worunter man auch den Zauber ihrer Rede, die *πειθώ*, verstehen kann.

ἴον, das Veilchen, nur einmal vorkommend (Odyss. 5, 72), in das Wort Jod aufgenommen von dem veilchenfarbigen Dampfe desselben.

αἷμα, Blut, und *πτύω*, speien, in Il, 23, 697: *αἷμα παχὺ πτύοντα*, davon Hämoptysis, Blutspeien.

Von *χείρ*, die Hand, stammt *χειρουργός*, einer, der seine Kunst mit der Hand ausübt, Chirurg.

Die Beobachtung des Ozongeruches beim Blitz kommt bei Homer viermal vor. Ich habe diese Stellen im 91. Bande von Poggendorff's Annalen (1854) mitgetheilt. Der Geruch ist dort mit jenem des Schwefels, *θεῖον*, verglichen, wie auch jetzt noch der Geruch der Elektrisirmaschine von Unkundigen als Schwefelgeruch bezeichnet wird. Das Wort *θεῖον* ist in Hydrothion (Schwefelwasserstoff) übergegangen.

κύστις, die Harnblase, kömmt zweimal vor (Il. 5, 67 und 13, 652) und ist in Cystin übergegangen, womit ein seltner Bestandtheil der Blasensteine bezeichnet wird.

Dagegen *κίστη* ist ohne Veränderung des Begriffs in das lateinische *cista*, und das deutsche Kiste übergegangen. Ebenso kann man vermuthen, dass *σπένδω* in spenden, *σπεύδω* in sputen, *τρύζειν* (Il. 9, 311) in das berlinische tritzen, *σμύχω*, schmauchen verbrennen, übergegangen sei.

χορδή (einmal Odyss. 21, 407), die Saite am Bogen, ist als Chorde in die Geometrie aufgenommen.

μολύβδαινα (Il. 24, 80) bedeutet bei Homer eine kleine bleierne Kugel, welche die Angel in das Wasser hinabziehen soll, und ist ohne alle Bezüglichkeit in das chemische Element Molybdän übergegangen.

κῶμα, von *κοιμάω*, bedeutet tiefer Schlaf an zwei Stellen und ist als coma mit derselben Bedeutung in die Pathologie übergegangen.

κύαμος bedeutet eine Bohne, Schote, ein *ἅπαξ εἰρήμενον* findet sich in der Verbindung mit *ὗς*, das Schwein, als *ὑοσκύαμος*, Saubohne, während das Wort jetzt in der Botanik für Bilsenkraut gebraucht wird.

νομή, eine Weide, ist ebenfalls in die Medicin als Noma übergegangen, wo es ein fressendes Geschwür bedeutet.

Digitized by Google

δόναξ, das Rohr, als Schaft des Pfeiles, ist in der Botanik als Arundo donax aufgenommen und wird auch jetzt noch von Knaben zu Pfeilen benutzt.

Bei genauerem Durchsichten der zwei grossen Epen würden sich wohl noch eine Anzahl ähnlicher Fälle finden lassen, die in die modernen Sprachen und Anschauungen der Culturvölker übergegangen sind.

Dr. Bayer berichtet über einen Fall von Entfernung einer Nadel aus der weiblichen Harnblase. Am 3. April stellte sich die Sammtarbeiterin Frau Anna B. aus V. in Begleitung ihres Gatten vor. Die Frau war 34 Jahre alt und Mutter von 5 Kindern. Sie gab an, vor 3 Tagen sei ihr bei Manipulationen mit einer Steeknadel mit gläsernem Knopfe an den Genitalien besagte Nadel in die Harnblase entschlüpft. Nachdem es gelungen war mittelst eines metallenen Katheters einen Fremdkörper in der Blase nachzuweisen, nahm ich auf Anrathen von Herrn Geheimrath Prof. Dr. Busch die allmählige Dilatation der Harnröhre mit Mastdarmbougies vor. In 3 Sitzungen von je 1 Stunde Dauer, in welcher Zeit ich das Bougie von Zeit zu Zeit etwas nachschob, wurde die Harnröhre so weit, dass sie für den Zeigefinger durchgängig war. Jetzt trat die Menstruation ein und nach 5 Tagen führte ich das zuletzt gebrauchte Bougie nochmals, jetzt ohne jedes Hinderniss, ein und liess es eine halbe Stunde liegen. Der eingeführte Zeigefinger entdeckte jetzt die Nadel. Dieselbe lag nicht frei in der Blase, sondern hatte sich in die vordere Blasenwand eingepickt so hoch, dass die Spitze meines Zeigefingers sie eben erreichen konnte. Der nun mehrfach angestellte Versuch, die Nadel mit einer zweckmässig construirten, nach vorn übergebogene Zange zu extrahiren, scheiterte fortwährend, besonders wohl deshalb, weil es nicht möglich war den Knopf der Nadel mit der Spitze des Zeigefingers der über dem Zeigefinger eingeführten Zange zu fixiren oder entgegenzuführen. Ich nahm deshalb von diesem Versuche Abstand und schob mit der Spitze des Zeigefingers die Nadel nach rückwärts in die Blase hinein. Da nun die Nadelspitze nach vorn, der Knopf nach hinten sah, so machte ich die Wendung der Nadel auf den Knopf und entfernte sie so leicht mit dem Finger aus der Blase. Incontinentia urinae war hierbei nie eingetreten und Patientin konnte 2 Tage nach der Entfernung der Nadel geheilt das Hospital verlassen.

Dr. Fleischhauer zeigt Micrococcuspräparate vor, entstammend von acutem Gelenkrheumatismus und Puerperalfieber (ausführlich veröffentlicht in Virch. Archiv. 62. Bd.

Digitized by Google

Allgemeine Sitzung vom 7. Juni 1875.

Anwesend: 19 Mitglieder.

Vorsitzender: Prof. Kekulé.

Generalarzt Dr. Mohnike zeigte eine Käferart vor, von welcher ihm ein Javaner, der viele Jahre bei ihm in Dienst und ein ebenso eifriger als erfahrener Insectensammler gewesen sei, im südlichen Sumatra und östlichen Java eine Anzahl von Exemplaren verschafft habe, mit dem Bemerken dass dieselben, bei Nacht leuchteten. Es war dieses eine neue Art der Carabiden-Gattung *Physodera*, welche Herr M., als *Physod. noctiluca*, von den beiden früher bekannten Arten des genannten Genus, *Physod. Dejeani* Eschscholz und *Physod. Eschscholzii* Parry unterschieden habe. Diese neue Art zeige nur eine sehr geringe Abweichung von *Physod. Dejeani*, weshalb Herr M. überzeugt sei, dass die letztere Art mit *Physod. noctiluca* die Eigenschaft der Phosphorescenz theile, obgleich dieses Umstandes bis jetzt nirgends Erwähnung geschehen sei. Obgleich Herr M. keine Gelegenheit gehabt habe, lebende Exemplare von *Physod. noctiluca* zu beobachten, so glaube er doch dasjenige, was der javanische Insectenjäger ihm hinsichtlich des Leuchtens derselben mitgetheilt, kaum bezweifeln zu dürfen. Derselbe habe, als Ausstrahlungpuncte der Phosphorescenz bei der erwähnten Käferart, sowohl die gelbe, blasenförmige Hervorragung an jeder Seite ihres Prothorax bezeichnet, als auch eine ähnlich gestaltete, an jeder Seite ihres letzten, unterhalb der viereckigen Flügeldecken hervorragenden Bauchsegmentes gelegene, gelbe Stelle. Bei *Physodera* wären also merkwürdiger Weise die Leuchtorgane jener beiden Käfergruppen, welche bis jetzt allein als phosphorescirend bekannt seien, nämlich die der *Pyrophoriden* aus der Familie der *Elateriden* und die der *Lampyriden* aus der Familie der *Malacodermen*, zugleich vorhanden. Herr M. glaube, dass *Physod. Eschscholzii* gar nicht diesem Genus angehöre, da derselben die gelben, blasenförmigen Anschwellungen am Prothorex und Abdomen fehlten. Der Ansicht von Lacordaire, dass der Unterschied zwischen *Physod. Dejeanii* und *Physod. Eschscholzii* wahrscheinlich ein bloss sexueller sei, könne er nicht beistimmen, weil er unter einer beträchtlichen Anzahl von *Physod. noctiluca* auch nicht ein einziges gefunden habe, dem die gelben Anschwellungen an den bezeichneten Körpertheilen gefehlt hätten.

Prof. vom Rath berichtete nach isländischen, in der norwegischen Zeitung Morgenbladet abgedruckten Briefen über die vulkanischen Eruptionen auf Island während der Monate März und April. Die letzte isländische Post wurde mit um so grösserem Interesse erwartet, als sie die Nachricht über

Digitized by Google

jene Eruption bringen musste, welche die in Skandinavien niedergefallene Bimstein-Asche ausgeschleudert. »Reykjavik, 8. Mai. Nachdem das Postschiff am 11. v. M. uns verlassen, kamen Berichte über die Fortsetzung des vulkanischen Ausbruchs. Hier an der See bemerkte man dass der Himmel gegen Osten stets mit dunklen Wolken und Rauch bedeckt war; in den auf den Höhen liegenden Wohnungen hörte man starke Detonationen. Namentlich am 2. Ostertag hatte man in den Sysseln Arnes und Rangarvalla ein Krachen und Donnern vernommen, wie es gewöhnlich Erderschütterungen zu begleiten pflegt. Von diesen Sysseln aus hatte man auch einen bedeutenden Rauch oder eine Aschenwolke über Vatnajökel gesehen. Einige meinten sogar Feuer erblickt zu haben. Die beunruhigendsten Gerüchte kamen nun in Umlauf. Es sollte das ganze Ostland und ein grosser Theil des Nordlands mit Asche bedeckt sein; an 20 verschiedenen Stätten sollten sich Krater geöffnet haben, einige in nächster Nähe von Gehöften, welche theils zusammengestürzt, theils in den Boden sollten versunken sein; dies wurde namentlich erzählt von drei Gehöften in Myvatnsveiten sowie von den Höfen Grimsstadir und Mödrudal, östlich von Jökulsaaen. Endlich kam die Post aus Norden und brachte die Zeitung Nordanfari, mit zuverlässigen Nachrichten, welche wir Jon Sigurdsson auf Gautlönd und seinen Nachbarn verdanken, unter denen der junge Bauer Jacob Halfdanarson auf Grimsstadir besonders zu nennen ist.«

Den früheren Berichten zufolge (Morgenbladet 19. April) hatten sich an folgenden Stellen vulkanische Schlünde geöffnet: 1) in den Dyngjufjelden, welcher im Dec. v. J. soll entstanden und noch jetzt in Thätigkeit sein soll; 2) auf der Hochebene östlich von Myvatnsbygden, zwischen diesem Orte und Jökulsaaen, ungefähr 5 Meilen von Myvatn, brach auf am 18. Febr.; 3) ein erneuter Ausbruch auf der genannten Hochebene, mehr gegen Norden, am 10. März; 4) südlich vom Jökul Herdubreid und östlich von den Dyngjufelden öffnete sich am 2. Ostertag, 29. März, ein neuer Vulkan, welcher viel Bimstein und Asche auswarf; 5) ein dritter Vulkan oder eine Gruppe von Kratern erhob sich auf der Hochebene östlich von Myvatnsbygden, am 4. April, an einem mehr südlich liegenden Punkte als die Eruptionen 2 und 3. — Der unter 4 erwähnte Ausbruch liegt mehrere Tagereisen von der nächsten Wohnung entfernt und konnte deshalb noch nicht untersucht werden. Während die früheren Mittheilungen über die beiden erstgenannten Ausbrüche Bericht erstatteten, erhalten wir jetzt Nachricht über Expeditionen nach den Eruptionspunkten 3 und 5.

Nur wenige Bemerkungen mögen den Briefen vorangesendet werden. Das vulkanische Feuer wurde nicht nur von Myvatnsbygden und andern Höhen im Tyngösyssel erblickt, sondern auch von entfernteren Gegenden im Nordland, namentlich im Egjafjordsyssel,

Digitized by Google

obgleich mehrere hohe Bergrücken dasselbe von den Vulkanen trennen. Auch in Akreyri wurde das Feuer wahrgenommen, wie bei der Schilderung der Feier des Königsgeburtstags daselbst erwähnt wird. »Es schien, als ob die Vulkane an diesem Feste mitwirken wollten, denn niemals erhob die Feuergluht sich so hoch gen Himmel als in jener Nacht.« — Die Schwefelquellen von Myvatn sollen seit den Eruptionen reichlicher fliessen als zuvor. — Noch ist es unmöglich, zu bestimmen, wann diese vulkanischen Paroxysmen enden werden, auch lassen sich die Folgen der Ausbrüche noch nicht übersehen. Wir dürfen indess hoffen, dass die Verwüstungen nicht ganz so umfangreich sein werden, als man anfangs fürchtete. Den grössten Schaden scheint derjenige Krater verursacht zu haben, welcher am 2. Ostertag ausbrach. Wenn man auf einer Karte nachsieht, welche bedeutende Entfernung die mit Asche bedeckten Territorien in Oesterland vom Jökul Herdubreid liegen, in dessen Nähe der Ausbruch erfolgte, so muss man über die Gewalt der Eruption und über die Menge des ausgeworfenen Bimsteins erstaunen. Eine deutliche Darstellung von der ungeheuren Bimsteinmasse erhält man durch die Kunde, dass der breite Fluss von Jökulsaaen wegen des ihn bedeckenden Bimsteins mehrere Tage nicht zu passiren war. Das Aussehen des Flusses nach dem Ausbruche wird mit demjenigen nach dem Aufgehen des Eises verglichen, wenn der reissende Strom gewaltige Eisschollen von den Jökuls herabführt, — nur dass statt des Eises jetzt Bimsteinmassen trieben. — Aus Fljotsdalen meldet man, 11. April: »Hier fiel die Asche 3 Zoll hoch und bedeckt die Weiden in solchem Maasse, dass keine menschliche Macht sie reinigen kann. Die Bauern haben bereits ihre Ziegen nach anderen Gegenden getrieben, wo die Asche nicht gefallen ist; bald werden die Schaafe folgen. Alles lässt fürchten, dass hier die grösste Noth eintreten wird, dass mehrere Gaarde verlassen und öde gelegt werden. Einige Bauern haben bereits ihre Ländereien aufgekündigt und beabsichtigen nach andern Aemtern zu flüchten.«

Nach Ankunft der Nordlandspost haben wir keine weitere Nachricht aus Tingosyssel. Inzwischen deutet der in den letzten Tagen heitere östliche Himmel darauf hin, dass die Ausbrüche — wenigstens diejenigen, welche den Aschenfall erzeugt — ihr Ende erreicht haben. Es mögen nun die Berichte von Augenzeugen folgen. Der Bauer Jacob Halfdanarson schreibt von Grimstadir bei Myvatn an die Zeitung Nordanfari, 15. März:

»Es währte nicht lange, so erfüllte sich die Vermuthung, welche am Schlusse des früheren Berichts über den Ausbruch im Thingeyarsyssel geäussert wurde, denn grosse Umwälzungen traten ein. Am Abend des 10. März sahen wir von Bygden aus ein bedeutendes Feuer gegen Osten, ungefähr in derselben Richtung wie

Digitized by Google

früher, die Erscheinung dauerte die ganze Nacht. Am folgenden Tage sah man eine ungeheure Rauchwolke, welche reichlich ein Achtel des Himmels bedeckte. Es wehte ein ziemlich starker Südwind, welcher die Rauchmasse noch mehr in die Breite dehnte. Am 12. brach ich mit zwei andern Männern nach Osten auf. Gegen 2 Uhr Nachm. erreichten wir die Krater d. h. wir kamen ihnen so nahe wie es überhaupt möglich war; wir blieben daselbst bis 5 Uhr, und will ich nun versuchen, mit wenigen Zeilen einen klaren Bericht über das Gesehene zu geben.

Ungefähr 7—800 Faden nördlich von dem Lavastrom (Rön Norwegisch, Rhann Isländisch), welcher im letzten Bericht geschildert wurde, hatten sich jetzt 14 bis 16 grössere oder kleinere Krater in einer annähernd geraden, von Nord nach Süd gerichteten, 20 Faden langen Linie gebildet. Unter brüllendem Getöse und mit starken Donnerschlägen spieen jene Schlünde unaufhörlich glühende Lavamassen hoch in die Luft. Sie fielen rings um den Krater nieder. Es schien uns, als ob die Massen mit doppelter Geschwindigkeit emporgeschleudert wurden, als sie niederstürzten. Auf- und niederfahrende Massen kreuzten sich beständig. Westlich vom Krater hatte sich ein Lavarücken, ungefähr 50 bis 60 F. die umliegende Fläche überragend, gebildet, wo zuvor eine Ebene oder sogar eine Senkung war. Mit Ausnahme einer kleinen freien Stelle westlich von jener Lavahöhe war Alles rund umher mit einem Lavastrom bedeckt, welcher sich sowohl gegen Süd und Ost, als auch und zwar am weitesten gegen Nord erstreckte. So weit ich schätzen konnte, war der südliche Zweig des Stroms 500 Faden breit, ungefähr eine Meile lang und zeigte viele hohe und wilde Partieen. Die Lava war an der Oberfläche erstarrt und schwarz; doch eine weissglühende Masse strömte gleich geschmolzenem Eisen unter der erstarrten Rinde. Diese glühende Masse war so heiss, dass wir, wo sie aus der zerborstenen Lavadecke hervorbrach, kaum ihr so nahe kommen konnten, um sie mit unsern langen Eisenstöcken zu berühren. Doch in zwei Minuten hatte sich wiederum eine schwarze Kruste gebildet, welche dann von neuem zerbrach. So wiederholten sich diese Vorgänge und lehrten uns, in welcher Weise die Unebenheiten des Lavastroms entstanden waren. Ueber dem ganzen Strom ruhte ein bläulichweisser Dampf, welcher sich nur wenig bewegte und so durchsichtig war, dass wir ihn erst bemerkten als wir auf 60 Faden dem Strom uns genähert hatten. Die Gebirge jenseits des Lavastroms erschienen wie in einen leichten Nebel gehüllt. Um die bestmögliche Uebersicht zu gewinnen, gingen wir über die erwähnte, von dem Strom nicht überfluthete Stelle und erstiegen den nördlichen Theil des Lavarückens. Der sich herabstürzende Strom war, von hier gesehen, einem ungeheuren Kohlenmeiler nicht unähnlich, aus welchem das Feuer hervorzubrechen strebt. Oestlich

Digitized by Google

von unserer Höhe blickten wir fast lothrecht hinab in zwei grosse Kraterschlünde, in welche ein Theil unserer hohen Terrasse hineingestürzt war. Wegen der Gluht der Lava, über welche wir gingen, konnten wir uns dort nicht lange aufhalten; wir bemerkten eine Spalte in der Lavahöhe, auf welcher wir gingen, dieselbe war glühend bis zur Oberfläche, ein Anblick zum Entsetzen.

Wie furchtbar und majestätisch die beschriebene Scene für uns auch war, so erkannten wir doch, dass dieselbe gering sein musste im Vergleich zu dem Schauspiel, welches die Eruption in den letzten Tagen offenbar dargeboten hat. Hierauf deutete der gewaltige Strom, welcher vor etwa zwei Tagen hervorgebrochen zu sein schien, sowie der Umstand, dass wir ausgeschleuderte Lavastücke bis in eine Entfernung von 300 Faden gegen Nord-West und von 160 Faden gegen West fanden, während zur Zeit unserer Anwesenheit die Projektile nur 10 Faden weit geschleudert wurden. Die Nacht überraschte uns auf dem Heimweg. Der Ausbruch erschien nun gleich einem ungeheuren flammenden Feuer. Dieser Anblick, welchen stets die vulkanischen Eruptionen zeigen, rührt indess nur von der glühenden und flüssigen Lava her; es ist keine eigentliche Feuerflamme, was man sieht. Noch vor Tagesanbruch sahen wir, dass ein neuer Krater hervorgebrochen war nördlich von unserer Lavahöhe, an einer Stelle wo wir mit Unterbrechungen heftige Dampfentwicklungen bemerkt hatten. Am nächstfolgenden Abend schien die Eruption noch an Intensität zugenommen zu haben. Ueber die verwüstenden (ödeläggende) Wirkungen derselben mache ich noch keine Mittheilungen, da dieselben noch fortdauern.«

Ein anderer Korrespondent schreibt aus dem zu Myvatnsbygden gehörigen Laxardal d. d. 17. April an den Nordanfari. »Am zweiten Ostertag sah man von Mödrndal (einem einzeln liegenden Gehöfte östlich von Jökulsaaen, ungefähr 5 Meilen südlich vom Gaard Grimstadir) eine grosse Rauchwolke sich erheben südlich von Herdubreid (ein isolirter Jökul, d. i. ein schneebedeckter Berg, östlich von den Dyngjufjelden) und vermuthete, dass der vulkanische Ausbruch im Vatnajökul liege. Von andern Niederlassungen hatte es den Anschein, als wenn die Eruption in nächster Nähe von Mödrndal stattfände. Wo nun auch dieser Vulkan sich befinde, ob im Vatnajökul, oder in den Dyngjufjelden oder in der Nähe, gewiss ist, dass er eine grosse Menge von Bimstein oder Asche ausgeschleudert hat. Der Wind kam von West und führte demnach die Asche über Jökulsaaen, Jökuldal, Fljotsdal und Seydisfjord in Oesterland. So bedeutend war der Aschenfall, dass die Fähre über den Jökulfluss mehrere Tage wegen der Masse des schwimmenden Bimsteins unterbrochen werden musste. Im Oesterland war der Aschenfall so dicht, dass das Sonnenlicht nicht durchdringen konnte und man mitten im Tage Licht anzünden musste. Diese Finsterniss

Digitized by Google

dauerte verschieden lang, je nach dem Abstand vom Vulkan, im Jökuldal 5 Stunden, im Fljotsdal 3 und in Seydisfjord 2 Stunden. Die Aschenschicht, welche Alles in diesen Gegenden bedeckt, mag im obersten Theil von Jökuldal 6 Zoll, in Seydisfjord 2 Zoll dick sein. Die Grösse der einzelnen Bimsteinstücke, welche in Jökuldal fielen, erreicht bis 1 Zoll.

Am Abend des 4. d. M. (April) sah man von Laxasdal aus, etwas südlich von dem Punkte, wo der frühere Ausbruch stattgefunden, auf dem Plateau zwischen Myvatnsbygden und dem Jökulsfluss, auf dem sog. Oesterfjelde, den Schein eines starken Feuers, welches am östlichen Himmel sich ausbreitete. Mehrere Männer vereinigten sich deshalb, um den Vulkan aufzusuchen. Diesmal fand er sich südöstlich von Burfell (ist auf Björn Gunnlaugsson's Karte östlich vom Myvatn und etwas näher diesem See angegeben als dem Jökulfluss). Als wir uns dem Hvarmfell (liegt auf der genannten Karte gegen Südwest vom Burfell, die Männer gingen demnach wahrscheinlich südlich um den Myvatn) näherten, hörten wir ein starkes Getöse; doch da es heftig von Nord und West wehte, so glaubten wir, es sei das Sausen des Windes auf dem Fjeld. In der Nähe des Burfell wurde das Brausen zuweilen so stark, dass wir uns zu verwundern begannen über das Getöse im Gebirge. Es hörte sich an, als ob viele grosse Wasserfälle sich über die Zinnen des Gebirges herabstürzten, nur erschien uns der Lärm noch stärker. Dann verminderte sich das Getöse, um bald wieder mit grösserer Stärke zu beginnen. Dies war namentlich der Fall, als wir beim Burfell vorbeigekommen waren und uns den Kratern näherten. Das Feuer wurde von drei Kratern ausgespieen, welche in einer Linie von Süd nach Nord an einander gereiht waren. Um jeden Schlund hatte sich auf dem flachen Grund eine Umwallung aufgethürmt. Der nördliche Krater war der grösste. Ungefähr 50—80 Faden westlich von den Kratern war der Boden von einem grossen Spalt zerrissen, welcher genau von Nord nach Süd verlief. Oestlich des Spalts war das Terrain etwa drei Mannshöhen oder mehr gesunken. In diese Senkung war ein Lavastrom aus den Kratern geflossen, zumeist gegen Ost, doch auch gegen Süd. Jetzt aber floss die Lava gegen Südwest aus dem südlichsten Krater, und bemerkten wir, wie der Feuerstrom langsam vorrückte. Der nördliche Krater war von eirunder Form. Aus seiner Oeffnung stiegen in ununterbrochener Folge Feuersäulen empor; die siedende Lava wurde 2—300 Fuss in die Luft geschleudert und erschien gleich einer geschlossenen Säule 2—300 Fuss hoch gleich einer kochenden Quelle. Das Ende der Feuersäule breitete sich dann südlich aus und fiel in kleineren Theilen hernieder, gleich Tropfen in einem Wasserfall. Die einzelnen Partikel verloren alsbald ihr glühendes Ansehen, nachdem sie sich von der Säule getrennt hatten und zersprangen in mehrere

Digitized by Google

Stücke. Doch waren sie noch so plastisch, als sie auf den Rand des Kraters niederfielen, dass die Masse aufspritzte als ob es Wasser sei. Solche halb erstarrte Theile der flüssigen Lava hat man irrthümlich als Steine angesehen, welche mit der Feuermasse sollten ausgeschleudert werden. Solche Lavasäulen erhoben sich von verschiedenen Punkten des zuletzt erwähnten Kraters, wir konnten ihrer wohl 20—30 zählen. Die Eruption erfolgte nicht stetig und mit gleicher Kraft. Eigentlicher Rauch wurde hier nicht ausgestossen, sondern ein bläulicher Dampf, welcher um so lichter wurde, je höher er sich erhob. Mit so grosser Kraft wurde der Dampf ausgestossen dass er, obgleich ein starker Wind wehte, mehrere hundert Faden sich grade in die Luft erhob. Das donnernde Getöse, von welchem ich vorhin erwähnte, dass wir es am Fusse der Berge gehört, rührte von der kochenden und brodelnden Masse im Krater und glich dem Brausen eines Wasserfalls, aber so gewaltig war das Toben, dass wir in unserm Urtheil einig waren, niemals einen Wasserfall so poltern gehört zu haben. Zwischen dem Toben hörte man starke Knalle gleich Kanonenschüssen, aber von hellerem Tone. Auch bemerkten wir, dass nach solchen Kanonenschlägen eine bläuliche Dampfsäule aufstieg, und schlossen, dass diese Erscheinungen von zerspringenden Luftblasen in der Lava herrührten. Das Ausstossen der Feuersäulen geschah ohne Detonationen. Die andern Krater arbeiteten in gleicher Weise wie der eben beschriebene. Asche wurde hier nicht ausgestossen.

Dieser Ausbruch war gewiss der sechste, seitdem die Eruptionen in den Dyngjufelden begannen. Die Ausbrüche haben in Zwischenräumen von 10 bis 12 Tagen stetig zugenommen. Die Krater brachen bald mehr gegen Süd, bald mehr gegen Nord hervor auf einer Linie von Odadarhann bis etwas nördlich von einer Linie, welche Rejkjahlid mit Grimstadir verbindet. Sie laufen parallel mit Jönkulsfluss. Man erreicht diese Kraterreihe nachdem man auf dem Wege von Myvatn nach dem Jönkulsfluss zwei Drittheile zurückgelegt. — Auch nachdem wir nach Myvatnsbygden zurückgekehrt, hörten wir noch das oben erwähnte Poltern. Wir waren zwölf Stunden abwesend und hielten uns ungefähr drei Stunden an den Kratern auf.«

Bemerkenswerth ist ferner die Mittheilung des Sysselmand in Seydisfjord d. d. 23. April. »Der Winter war sehr milde, ohne grosse Stürme. Während des ganzen Winters gab es vulkanische Ausbrüche in den Oerkenec, in Myvatnsveit (Thingöre Syssel). Schwache Erdbeben wurden an jenen Orten gespürt. Am zweiten Ostertage begann es zu dunkeln, unmittelbar nachdem der Tag angebrochen war. Es war die vulkanische Asche, welche vom Vulkan ausgestossen, nun auf uns niederregnete. Die Finsterniss war grösser als in der finstersten Nacht. Die Donner rollten, die Blitze

Digitized by Google

zuckten. Zu Mittag begann die Finsterniss zu verschwinden. Die Asche fiel an der Seeküste von Njerdvik in Borgarfjord bis Berufjord, auf diesem Stricho $1^1/_2$ Zoll dick; in Fellna, im obern Theile von Fljotsdal und Tungu Reps 3 bis 4 und in Jökulsdal 6 bis 8 Zoll hoch.«

Nach der Berechnung des Prof. Mohn in Christiania betrug die mittlere Geschwindigkeit der Asche auf ihrem Wege von Island nach Norwegen 10 Meilen (15 auf 1°) in der Stunde.

Der Vortragende machte darauf aufmerksam, dass die klaren Schilderungen der letzten isländischen Ausbrüche von Bauern herrührten, welche über wilde Rhauns und Eisfelder die Vulkane aufsuchten und durch anschauliche Darstellungen in der That die Wissenschaft bereicherten! Wie anders am Aetna, z. B. am 31. Jan. 1865. »Die Bewohner der am meisten bedrohten Orte eilten auf's freie Feld und nahmen mit höchstem Eifer ihre Zuflucht zu religiösen Uebungen als einziger Rettung vor drohendem Verderben. Schaaren von Büssenden sammelten sich zu langen Processionen, erstiegen, um das Feuer zu beschwören, mit ihren Heiligenbildern die Bergeshänge, geführt von dem schrecklichen unterirdischen Gebrüll. Ein anderes ergreifendes Schauspiel boten die Landleute dar, gegen deren Aecker und Hütten die Lava vorrückte. Nachdem sie ihre Vorräthe so weit möglich in Sicherheit gebracht, glaubten sie der drohend sich heranwälzenden Lava einen Damm entgegenzusetzen, indem sie, dem Schutze ihrer Heiligen vertrauend, ihr kleines Besitzthum mit den blumengeschmückten Bildern derselben umgaben. Doch das Feuer schritt vor, verbrannte ihre Felder, ihre Häuser. Die Familien lagen auf den Knieen, doch die feurige Masse ergriff sie, sie stürzten, wurden begraben, um sich nie wieder zu erheben«. (Silvestri.)

Prof. vom Rath berichtete ferner über eine im Manuscript vorliegende Arbeit der H. Brögger und Reusch in Christiania „über die Apatit-Vorkommnisse in Norwegen", welche auf Anregung und mit Unterstützung des Prof. Kjerulf ausgeführt wurde. Diese Apatit-Lagerstätten, in technischer Hinsicht von hohem Werthe (die Gruben von Oedegaarden, entdeckt 1872, lieferten bis zum Juli 1874 Apatit im Werthe von 450000 R.-Mark), haben ihres Gleichen in Europa nicht und sind in geologischer Hinsicht überaus merkwürdig. Der Apatit findet sich, mit einem braunen grossblätterigen Glimmer verbunden, vorzugsweise auf Gängen im Gabbro, welcher Lagermassen im Grundgebirge (Gneiss) bildet und von Granitgängen durchbrochen wird. Häufig zeigen die Apatit führenden Glimmergänge einen symmetrischen Bau, so dass Glimmer die Gangräume zunächst den Saalbändern, Apatit die Mitte erfüllt. Dieser Art sind die Vorkommnisse von Oedegarden bei Bamle unfern Langesund,

Digitized by Google

wo die reine Apatitmasse eine Mächtigkeit von 6 bis 8 Fuss erreicht. Die Lagerstätte von Krageröe ist hiervon etwas verschieden; es sind hier nämlich Gangstöcke von Apatit führender Hornblende, welche theils den alten Granit, theils den Gneiss durchsetzn. Die Mitte dieser Krageröer Gänge wird von grossstrahliger Hornblende eingenommen, in welcher bis zwei Fuss grosse Apatit-Klumpen liegen. Die Saalbänder bestehen aus kleinschuppiger Hornblende mit kleinen Apatitkörnern.

Sehr zahlreich sind die den Apatit auf seinen Lagerstätten zwischen dem Langesundfjord und Arendal, sowie an einigen Punkten um Snarme begleitenden Mineralien. Die HH. Brögger und Reusch führen auf und beschreiben: Quarz, Kjerulfin (ein dem Wagnerit verwandtes Mineral), Kalkspath, Orthoklas, Albit (der sog. Tschermakit), Oligoklas, Anorthit (der sog. Esmarkit), Skapolith, Turmalin, Hornblende, Augit, Enstatit, Phlogopit und grüner Magnesiaglimmer, Chlorit, Aspasiolith, Titanit, Rutil, Eisenglanz, Titaneisen, Magneteisen, Kupferkies, Magnetkies, Eisenkies. — Das grösste Interesse unter diesen Mineralien erregen als neue Funde der Anorthit und der Enstatit. Von beiden konnten, Dank eines gütigen Geschenks der HH. Autoren, Krystalle gezeigt werden. Der Anorthit ist sehr ähnlich dem Lepolit von Orijärfvi, lichtgrün im Innern, mit unebener, matter, schwärzlichgrüner Oberfläche. Die Krystalle, welche 50 bis 70 Mm. Grösse erreichen, zeichnen sich — wie die Autoren darlegen — durch eine zweifache Zwillingsstreifung aus. Die eine verläuft auf der Spaltfläche P und entspricht der gewöhnlichsten Zwillingsbildung der Plagioklase (Zw.-Ebene M), die andere ist vorzugsweise auf der Fläche des Brachypinakoids M bemerkbar, sie verläuft annähernd, doch nicht genau parallel der Kante P : M, d. h. der Brachyaxe. Diese zweite Streifenrichtung, welche sich einer Horizontalen mehr nähert als die bezeichnete Kante, schneidet die brachydiagonale Axe (nach vorne mit derselben konvergirend) annähernd unter dem Winkel 4°. Die Bestimmungen der Autoren ergaben zwischen 3° 22′ und 6° 48′ schwankende Werthe. Diese Streifen können demnach nicht das Produkt der sog. Periklin-Verwachsung (Zwillingsaxe die Normale zur Brachydiagonale in P) sein, vielmehr führt seine Nichtparallelität auf das Gesetz „Zwillingsaxe die Makrodiagonale," welches beim Anorthit vom Vesuv nachgewiesen wurde. Bei der letztgenannten Anorthit-Varietät convergiren indess die Zwillingsstreifen auf M mit der Kante nicht nach vorne, sondern nach hinten. Es deutet dies mit Bestimmtheit darauf hin, dass die Axen-Elemente der leider mattflächigen Krystalle von Bamle etwas verschieden sind von den vesuvischen Krystallen.

Ein noch höheres Interesse erweckt der Enstatit aus den Apatitgängen von Bamle, da dies Mineral hier zum ersten Mal in deutlich ausgebildeten, wenn auch mattflächigen Krystallen erscheint.

Digitized by Google

Dieselben erreichen bis 10 Ctm. Länge, sind stets nur an einem Ende ausgebildet und in ihrer Form sehr ähnlich dem Hypersthen von Laach, oder dem von V. v. Lang beschriebenen Broncit aus dem Pallasit von Steinbach und Breitenbach. Die Krystalle sind nicht mehr frisch, sondern in Umwandlung zu Serpentin begriffen. Nach einer Analyse von Stud. C. Krafft in Christiania besteht der Enstatit von Oedegaarden aus: Kieselsäure 57,6; Thonerde 1,0; Magnesia 30,4; Eisenoxydul 5.0; Wasser 7.2.

Ferner wurde mit Dankesausdruck eines von den H. Proff. Klein und Cohen in Heidelberg dem mineralog. Museum verehrten Geschenkes Erwähnung gethan: Gesteinsstücke für die neue petrographisch-mineralogische Sammlung (Granatfels vom Saalband des Kalks von Auerbach an der Bergstrasse; Desmin und Kalkspath auf Granit vom Contakt des Kalks zu Auerbach; Schwerspath von Ober-Ostern im Hessischen Odenwald; Olivin von Naurod in Nassau; Aragonit auf Dolerit von Sasbach im Kaiserstuhl; Fasergyps von Wasenweiler im Kaiserstuhl.

Schliesslich wurde mit gleichem Dank berichtet, dass Herr Joachim Barrande in Prag 87 zum Theil versteinerungführende Gesteinsstücke verehrt habe, welche die silurischen Schichten Böhmens repräsentiren.

Prof. Binz sprach über den Werth des reinen, mit vielem Wasser verdünnten Weingeistes (d. i. unserer guten Weine) für die Ernährung, besonders mit Rücksicht auf schwere Krankheitsformen. Aus Untersuchungen des Vortragenden und der Herren Heubach [1]) und A. Schmidt [2]) ergab sich von Neuem, dass der Weingeist im menschlichen Organismus bis auf Spuren verschwindet. Die Athemluft enthielt nach Aufnahme von 50 Ccm. absoluten Alkohols innerhalb der folgenden 10 Stunden gar keinen Weingeist, der Harn von 22 Fiebernden aus den hiesigen Kliniken, die von 18 bis 300 Ccm. absoluten Alkohol binnen 24 Stunden aufgenommen, entweder nichts oder nur Spuren bis zu 3 pCt. des Ganzen. Was im Athem des Trinkers riecht, sind nur die schwerer oxydirbaren Aetherarten und Fuselöle. Aus diesen und anderen Gründen folgt, dass wahrscheinlich der Weingeist im Organismus zu Wasser und Kohlensäure verbrannt wird, eben so wie in der Spirituslampe, wenn auch unter Bildung intermediärer Producte. Es folgt daraus aber weiter, dass er der Wärme- und Kraft-Oekonomie des Körpers zu Gute kommen muss. Das ist nun keineswegs mit dem subjectiven Gefühl der Erwärmung gleich nach Weingeistaufnahme zusammenzuwerfen. Die früher vorgetragenen

1) Inaugur.-Dissert. Bonn 1875.
2) Centralbl. f. d. med. W. 1875. No. 28.

Digitized by Google

Untersuchungen hierüber sind mittlerweile nach allen Richtungen hin durch andere Forscher (Riegel[1]), Breisky[2]), Jürgensen u. A.) bestätigt worden, dass nämlich jenem Gefühl der Erwärmung kein Steigen der Körperwärme entspricht, sondern dass im Gegentheil überall, wo der Weingeist ausreicht, um auf die Wärme des Menschen thermometrisch erkennbar einzuwirken, sich eine geringe Abkühlung des Blutes zeigt. Bei Fieberndeu kann dieselbe, wenn in zweckmässiger Weise verfahren wird, bis zu 2 Grad gehen. Die meisten deutschen Kliniken machen von dieser Thatsache seit einigen Jahren ausgedehnten Gebrauch. Der alte Aberglaube, dass der Weingeist die Verbrennung der Körpersubstanz in solchen Fällen steigere, darf als beseitigt angesehen werden. Er erwärmt also nur in dem Sinne, wie irgend eine andere verbrennbare, zum Aufbau nicht dienende Nährsubstanz, allmählich, durch Festhalten der Körperwärme auf dem zum Leben nöthigen Niveau, aber ohne irgend welche acute Steigerung der Temperatur.

Betrachtet man nun die aus directen Versuchen berechnete Verbrennungswärme des Weingeistes, so ergibt sich übereinstimmend nach Favre und Silbermann und nach Frankland, dass ihm die Zahl 7 zukommt, während z. B. reine Kohle 8 und der Wasserstoff $34{,}_{5}$ darbietet. Das heisst: das Verbrennen von $1{,}_{0}$ Gramm Weingeist liefert so viel Wärme, dass damit 7 Liter Wasser um $1{,}_{0}$ Grad C. erhöht werden können. Solches Erwärmen von einem Liter Wasser um einen Grad ist eine Wärmeeinheit oder Calorie, und ein gesunder erwachsener Mensch liefert dieser Einheiten täglich gegen 2800. Nehmen wir nun 100 Gramm absoluten Weingeist auf, den Gehalt von etwa $1{,}_{0}$ Liter starken Rheinweins, so geben sie beim Oxydirtwerden im Körper 700 Wärmeeinheiten, also nahezu den dritten Theil dessen, was dieser bei gemischter Kost producirt. Vergleichen wir damit andere Ingesta, so z. B. den ebenfalls von Frankland bestimmten Leberthran, der hier als Typus der Fette dienen mag, weil er eins der leichtestverdaulichen von ihnen ist. Er hat die Verbrennungswärme $9{,}_{1}$. Ein Mensch, der täglich nun 4 Esslöffel voll davon, also etwa 50 Gramm aufnimmt, entwickelt aus ihm 455 Calorien, vorausgesetzt, dass Alles verdaut wird. Das sind etwa $^{4}/_{7}$ von dem, was 100 Gramm Weingeist leisten, oder anders ausgedrückt das Nämliche, was 65 Gramm absoluten Weingeistes geben. Dafür hat dieser den bedeutenden Vortheil, wenn mit vielem Wasser verdünnt, ungemein leicht selbst von ganz schwachen Verdauungsorganen aufgenommen und dann assimilirt zu werden. Er verlangt bei Weitem die Arbeit von dem Körper nicht,

1) Deutsches Arch. f. klin. Med. XII. (1873) S. 79.

2) Conrad (u. Breisky): Ueber Alkohol- und Chininbehandlung bei Puerperalfieber. Bern 1875. 51 Seiten nebst Tafeln.

Digitized by Google

welche die Fette diesem zur Aufnahme und Spaltung zumuthen. Es erklärt sich daraus die erfahrungsgemäss erkannte Thatsache, dass in Krankheiten mit Kräfteverfall durch die fortdauernde Darreichung von Wein, wenn sonst alles Andere zurückgewiesen wird, dem Organismus eine gewisse Widerstandsfähigkeit erhalten bleibt. Am wenigsten ist es hier die bewirkte Erregung von Herz und Nerven, welche in Betracht kommt, denn von der Erregung können beide Systeme nicht weiter leben. Im Gegentheil, das zuweilen einige Wochen anhaltende Stimuliren und Excitiren, wie die Praktiker die Weindiät nennen, müsste erst recht zur baldigen Erschöpfung führen, wenn weiter nichts dabei wäre; das aber ist die Verbrennung des eingeführten Weingeistes, welche lebendige Kraft aus der producirten Wärme liefert. Wir gewahren ferner, dass Arbeiter bei schwerer körperlicher Thätigkeit mit weniger kräftiger Nahrung ausreichen, wenn sie gleichzeitig Weingeist aufnehmen. Zur Winterszeit, wo unser Stoffumsatz gesteigert ist, macht sich eine grössere Neigung zu alkoholischen Getränken geltend. Das Bedürfniss der subjectiven Erwärmung durch Gefässerweiterung im Magen und in der äusseren Haut, die der Weingeist bewirkt, fällt hier zusammen mit dem Bedürfniss nach einem nebenbei angenehm auf unsere Nerven wirkenden Brennmaterial. Deutlicher, aber nicht krankhafter Fettansatz ist in der Regel die Folge mässigen und täglichen Weingeistgenusses, denn der leichter verbrennbare Aethylalkohol tritt an Stelle der schwerer spaltbaren Componenten der Nahrung und des Organismus. Vor Allem ist auf die Anwendung häufiger Gaben von sehr verdünntem Weingeist hinzuweisen, welcher seit einigen Jahren in Form der Curen mit Kumyss (Wein von etwa 2 pCt. Alkohol, bereitet aus Milchzucker; die festen Bestandtheile können wegen der geringen Menge nicht in Anschlag kommen) und auch mit sonstigen leichten Alkoholicis besonders in Görbersdorf und in Davos bei beginnender Lungentuberculose geübt wird. Ist eine fettansetzende Ernährung — auch der Leberthran wirkt nicht anders — eine der ersten diätetischen Aufgaben zur Bekämpfung beginnender Lungentuberculose, so gehört der häufige Genuss sehr verdünnter Quantitäten Weingeist dazu. Dass hier von einem Reiz, von schädlicher Erregung, von febrilen Wallungen in der Regel nichts zu gewahren ist, zeigt eben die Erfahrung an den genannten Curorten und wurde sogar für die spätern Stadien genannter Krankheit durch die vor zwei Jahren im Bonner Garnisonlazareth angestellten Untersuchungen mit in die Augen springender Klarheit bewiesen[1]). Auch aus dem vom Vortragenden und seinen Schülern geführten Nachweis, dass der

1) Virchow's Arch. (1874) Bd. 60. S. 471.

Digitized by Google

Weingeist die Fieberwärme nach putrider Vergiftung zum mindesten nicht erhöhe, sondern sehr oft herabsetze, folgt es theoretisch.

Wo immer jedoch der Weingeist als diätetisches oder therapeutisches Nährmittel zur Anwendung kommt, sind ganz bestimmte Einschränkungen nöthig und genaue Bedingungen zu erfüllen. Hier seien nur die allerersten erwähnt. Das aufgenommene Getränk muss frei von Fuselölen sein, deren Repräsentant der Amylalkohol ist. Im Ganzen wirkt er, wie eigene Thierversuche lehrten, gleich dem Aethylalkohol auf den Körper, nur viel stärker und nachhaltiger. Seine giftige Dosis ist eine viel geringere. Wird er demnach einem kranken Organismus längere Zeit, wenn auch in kleinen Gaben beigebracht, so kann der Erfolg nur ein schädlicher sein, und hierauf beruhen viele der übeln Erfahrungen, welche die ärztliche Welt, besonders in England, gemacht hat, das mit übeln Weinfabricaten überschwemmt ist. Leider hat sich herausgestellt, dass auch der ganz rein sein sollende Weingeist unserer Apotheken sehr häufig noch relativ starke Mengen Fuselöl enthält. Ferner ist ausdrücklich festzuhalten, dass nur kleine, mit vielem Wasser verdünnte Mengen Weingeist, so wie unsere leichten deutschen Weine oder auch der Kumyss sie liefern, diese Mengen jedoch oft wiederholt, dem Zweck entsprechen. Die experimentellen Einzelheiten über sämmtliche Punkte sollen später mitgetheilt werden. Schliesslich bemerkt der Vortragende, dass die bekannte berliner Uebersetzung des „Nutrimentum spiritus" auf der von Friedrich dem Grossen erbauten Bibliothek nicht unrichtig sei; dennoch folge aus allen Untersuchungen, zuletzt wieder aus denen, welche Professor Parkes[1]) bei den englischen Truppen im Feldzug an der Goldküste anstellen liess, dass bei genügender Zufuhr der compacten Nährstoffe der menschliche Organismus selbst für sehr schwere Leistungen den Weingeist ganz und gar entbehren könne. Das ändert sich natürlich in vollständiger Weise, wo entweder nicht genug vorhanden ist, oder wo nicht genug zur Aufnahme gelangt.

Professor Mohr bespricht eine neue Ansicht über die Ursache der Eiszeiten. Bekanntlich wurden in der Schweiz die ersten Beobachtungen gemacht, welche auf eine viel grössere Höhe und Ausdehnung der Gletscher in vorhistorischer Zeit schliessen liessen. Die untrüglichen Zeichen der Gletscherwirkung sind die Schliffe und thalwärtsgehende Risse und Einschnitte in Felsen und die Verbreitung der erratischen Blöcke, welche beim Abschmelzen des Gletschers vor seinem untersten Ende liegen bleiben. Beide Zeichen bilden sich noch heute aus. In der Schweiz zeigt das Haslithal sehr

1) On the issue of a spirit ration during the Ashanti campaign of 1874. London 1875. 63 Seiten.

Digitized by Google

deutlich am Grimselhospiz, dass die Eismasse hier 4- bis 500 Fuss hoch gelegen haben müsse, wie die glatt geschliffenen und gerifften Wände bezeugen. In gleicher Weise war das Berninathal vom Piz Palu an bis Samaden und wahrscheinlich auch das ganze Innthal mit Eis gefüllt, und so das Rhonethal vom heutigen Rhonegletscher bis an den Jura, wo die letzten Blöcke liegen. Dieselben Zeichen fanden sich in England, im Kaukasus, am Himalaya und wurden von 1846 an von Agassiz auch in America entdeckt. Er sagt, dass in Brasilien in Regionen, wo heute die tropische Sonne strahle, einst ein Eisfeld sich ausdehnte, das vom Thale des Amazonenstroms bis zum Atlantischen Ocean reichte und vielleicht das Meer in solcher Ausdehnung bedeckte, dass man ähnlich wie heute für die Polarregionen sich fragen darf, ob damals flüssiges Wasser unter dem Aequator überhaupt vorhanden war. Beweise dieser Hypothese sind in hinreichender Menge vorhanden. Gleich bei seinem ersten Landen in Neu-Schottland 1846 fand Agassiz auf allen Hügeln die ihm bekannten Spuren früherer Gletscher. Aus allen diesen Thatsachen geht hervor, dass es eine Zeit gegeben habe, in welcher die ganze Erde eine bedeutend niedrigere Temperatur gehabt haben müsse, als heutzutage, und man hat diese Zeit Eiszeit genannt. Zu einer sachlichen Erklärung sind mehrere Versuche gemacht worden, und unter diesen hat die meiste Beachtung gefunden die Ansicht von Adhémar, dass die in einem Zeitraume von 21000 Jahren sich vollziehende Verschiebung der Absiden der Ellipse abwechselnd die nördliche und südliche Halbkugel in die günstigere Lage des etwa acht Tage längeren Sommers bringt. Gegenwärtig ist unsere, die nördliche, Halbkugel in der günstigen Lage, weil wir im Winter der Sonne am nächsten sind, im Sommer aber ferner, wo die Erde sich langsamer bewegt und deswegen länger den steilen Strahlen der Sonne ausgesetzt ist. Diese Theorie erklärt allenfalls den Unterschied der beiden Hemisphären in Bezug auf die Wärme gleicher Breiten, wobei für die nördliche Halbkugel noch der Umstand des grösseren Festlandes hinzukommt, aber entfernt ist sie nicht hinreichend, die Grösse der früheren Gletscher zu erklären, und gerade für Brasilien, welches jetzt in der ungünstigen Lage sich befindet, würde sie vollkommen als ungenügend erscheinen. Es erklärt somit die Adhémar'sche Theorie die Erscheinung gar nicht, und wir müssen uns nach einer andern umsehen. Es ist Thatsache, dass die Kometen auf ihrer Bahn um die Sonne eine Verkürzung des Umlaufs erleiden, was man einem widerstrebenden Mittel im Weltraume zuschreibt, weil sie dadurch jedesmal der Sonne etwas näher rücken. Ein solches widerstandleistendes Mittel erfordert auch die Physik, weil die Strahlen der Sonne den Weltraum durchdringen und jede Art von Bewegung oder lebendiger Kraft eine Unterlage verlangt, die materiel sein muss und dann nothwendig auch schwer ist. Man hatte früher zu

Digitized by Google

diesem Zweck den Begriff des Weltäthers erfunden, ohne ihm Materialität beizulegen, wodurch dann die Verkürzung der Kometenbahnen nicht erklärt werden konnte. Dass die Kometen in ihrem aufgelösten Zustande einen grösseren Widerstand erfahren, als die massiven Planeten, leuchtet ein; allein es würde dadurch für die Planeten die Folge nicht wegfallen, dass diese in längeren Zeit ebenfalls eine Verengerung ihrer Bahn erleiden und sich allmählig der Sonne nähern müssten. Dann hätte die Erde früher viel weiter von der Sonne gekreist und als Ganzes eine im quadratischen Verhältniss der Entfernung niedrigere Temperatur gehabt, wodurch dann die ungeheure Grösse der vorweltlichen Gletscher nicht mehr so räthselhaft erscheint. Eine Unterstützung dieser Ansicht ergibt sich aus der Steinkohle. Diese entsteht nur aus ungeheuren Massen von Seetangen, die heutzutage nur in hohen Breiten üppig wachsen, wie um Feuerland und Spitzbergen. Die Steinkohlenflötze liegen aber vielfach in gemässigten Klimaten, wo jetzt nur unbedeutende Tange gedeihen. Es muss also auch in diesen Zonen früher eine kältere Temperatur geherrscht haben. Ferner spricht dafür die allmählige Heraufarbeitung aller organischen Wesen zu vollkommneren Formen. Die Pflanzen der Steinkohlenzeit sind meist Monocotyledonen, baumartige Farnen, und in der allmählig zunehmenden Temperatur haben sie sich zu Dicotyledonen differenzirt. Auch die Thierwelt hat sich immer mehr entwickelt, und das Auftreten des sehr rückständigen Menschen und seine Fortbildung bis zum Culturmenschen lässt günstigere klimatische Verhältnisse erkennen. Ein factischer Beweis für diese Annäherung an die Sonne würde aus dem veränderten Verhältniss des Jahres zum Tage hervorgehen. Das Jahr muss kürzer werden, dagegen würde der Tag durch die täglich zweimal an die westlichen Ufer der Continente anschlagende Flutwelle sich allmählig verlängern, indem ein Theil der Rotationsbewegung in Wärme übergehen müsste. Die bisherigen Beobachtungen in dieser Beziehung sind sehr tröstlich, dass das gegenwärtige „System" noch für sehr lange vorhalten werde.

Professor vom Rath wies auf das Unhaltbare der vom geehrten Vorredner dargelegten Ansicht hin, und bat denselben, seinen Vortrag in dieser Fassung nicht drucken zu lassen.

Auf eine weitere Discussion wird auf Vorschlag des Vorsitzenden Verzicht geleistet.

Oberbergrath Bluhme besprach den neuesten Aufsatz von A. Sadebeck: „Ueber die Krystallisation des Bleiglanzes, im 4. Heft der Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft unter specieller Berücksichtigung derjenigen Erscheinungen, welche von Sadebeck mit dem zweckmässigen Namen der „Krystallo-Tek-

Digitized by Google

tonik" bezeichnet sind und die gesammten Gesetze der Aneinanderreihung einzelner, mehr oder weniger ausgebildeter Krystall-Individuen nach bestimmten tektonischen Axen umfasst. Es sind also diejenigen Erscheinungen, welche bisher gewöhnlich als Molecular-Constitution oder Wachsthum der Krystalle bezeichnet wurden und die für die innere Constitution der Krystalle die hervorragendste Bedeutung haben. Zur speziellen Erläuterung der aufgestellten tektonischen Gesetze für den Bleiglanz legte der Redner Bleiglanzstufen von der Grube St. Paul bei Welkenraed vor, in welchen der Aufbau der Subindividuen nach den Grundaxen und den rhomboedrischen Axen besonders deutlich zu beobachten war.

Professor Schaaffhausen berichtet über eine, wie es scheint, ausgedehnte alte Grabstätte neben der Cementfabrik in Oberkassel, welche am 30. März durch die Gefälligkeit des Herrn Sadé daselbst der wissenschaftlichen Untersuchung zugänglich gemacht worden war. Es sind Reihengräber, die wie jene vor zwei Jahren in dem nahen Oberholtdorf aufgefundenen durch Basaltplatten hergestellt sind, welche ohne Mörtel sowohl die Seitenwände als die Decke des Grabes bilden. Eine früher hier gefundene goldene Fibula lässt nach der Beschreibung vermuthen, dass die Gräber fränkische aus dem 5. bis 8. Jahrhundert sind. In vier jetzt geöffneten Gräbern fanden sich nur in hohem Grade zerstörte Knochenreste, die im nassen Grunde ganz erweicht waren, und durch Rost ganz unkenntliche Stücke von Eisenwaffen. Doch gelang es, einen halben Schädel zu gewinnen, der nichts Bemerkenswerthes bietet, als die auch damals nicht seltene Stirnnaht. — Sodann spricht er über zwei seltene Schädelformen, die ihm von Herrn Dr. Gildemeister aus Bremen im Abguss übersandt worden sind. Sie sind daselbst auf der Domdüne gefunden, wo man schon im vorigen Jahre in Todtenbäumen Bestattete gefunden hat. Der eine Schädel ist ein auffallender Flachkopf. In der Vrolik'schen Sammlung befinden sich solche aus Nordholland, und neuerdings sind sie in Oesterreich gefunden worden. Der andere ist ein Grosskopf, Macrocephalus, von Virchow als Kephalon bezeichnet, wenn er nicht pathologischen Ursachen seine Entstehung verdankt. Die Riesen haben gewöhnlich einen verhältnissmässig kleinen Kopf, wie die Zwerge einen grossen, doch gibt es auch solche, bei denen der Kopf an den ungewöhnlichen Massen des übrigen Körpers Theil nimmt. Mit Recht bemerkt Welcker, dass man als Kephalonen nicht schon die Schädel mit einem Umfang von 528, sondern erst die mit einem solchen von 540 bis 550 Mm. bezeichnen soll. In der Vrolik'schen Sammlung hat der Schädel eines Patagonen, Nr. 138, die seit sie reiten, ihre berühmte Körpergrösse vermindert haben sollen, einen Umfang von 595 Mm. und einen Inhalt von 2130 Ccm. Ein in Bonn lebender Herr von riesenhaftem

Digitized by Google

Wuchs, der 193,5 Cm. gross ist und 270 Pfd. wiegt, hat einen Kopfumfang von 625 Mm.; um ihn mit anderen Schädelmassen zu vergleichen, würde man für die Weichtheile 25 bis 30 Mm. abziehen müssen. Solche Schädel kommen in germanischen Grabstätten mehrfach vor und können als Beweise der von den Römern geschilderten Körpergrösse unserer Vorfahren gelten. Im Museum der anthropologischen Gesellschaft von Paris befinden sich mehrere aus fränkischen Gräbern; der vorliegende aus Bremen hat einen Umfang von 590 Mm. und einen Inhalt von 2050 Ccm. Einer, den ich aus einem der Römerzeit angehörigen Grabe in Trier besitze, hat 575 Mm. Umfang und 1900 Ccm. Inhalt. Prof. Spring in Lüttich hatte einen solchen, der in Mastricht vor einem römischen Castrum gefunden war; sein Umfang betrug 580 Mm., sein Inhalt 1930 Ccm. In manchen Fällen mag in der Jugend überstandene Hydrocephalus die Vergrösserung des Schädels bedingt haben; man kann mit einiger Wahrscheinlichkeit dieses vermuthen, wenn der Schädel mit stark vorspringenden Scheitelhöckern die kindliche Form bewahrt hat. Auch eine ungewöhnliche Hirnentwicklung bedingt grosse Schädelmasse: Joh. Müller hatte 1855 einen Kopfumfang von 614 Mm., Prof. Welcker, nach dem Tode gemessen, 580, Argelander 555. Durch grosse Köpfe waren in Bonn noch bekannt Prof. Zirkel mit 630 und Schopen mit 613 Mm. Umfang. Der Schädel des letzteren zeigte sich bei der Section hyperostotisch. In dem hiesigen anatomischen Museum ist noch ein Schädel vorhanden, Nr. 531, mit 580 Mm. Umfang und 1920 Ccm. Inhalt. Jedenfalls wissen wir, dass eine intelligente Hirnentwicklung nicht allein einen grossen Schädelumfang bedingt.

Chemische Section.

Sitzung vom 12. Juni 1875.

Anwesend: 8 Mitglieder und 5 Gäste.

Vorsitzender: Prof. Zincke.

Dr. Wallach macht eine Mittheilung, welche die Trennung der Aethylbasen mittelst Oxalaether betrifft. Bekanntlich ist die von A. W. Hofmann angegebene Trennung der Amine der Aethylreihe mittelst Oxaläther die einzige brauchbare Scheidungsmethode, welche wir für diese Körper besitzen und das diesbezügliche Verfahren besteht darin, dass das Aethylamin als festes Diaethyloxamid ausgeschieden, das Diaethylamin aber in flüssigen bei 250—254° siedenden Diaethyloxaminsäureäther verwandelt wird, während man das bei 89° siedende, den Oxaläther nicht verändernde Triaethylamin direct als solches abdestillirt.

Dass auf diese Weise das Aethylamin und Triaethylamin völlig

Digitized by Google

rein erhalten werden kann, ist allseitig anerkannt, die Möglichkeit der Reindarstellung von Diaethylamin aber zuerst von Heintz bestritten worden. Heintz hat zur Trennung des Diaethyloxamids vom Diaethyloxaminsäureaether das von Triaethylamin befreite Reactionsprodukt zwischen den gemischten Basen und dem Oxaläther mit heissem Wasser gewaschen und so zwar Diaethyloxamid krystallisirt erhalten, im Rückstand aber nicht Diaethyloxaminsäureäther, sondern freie Monoäthyloxaminsäure und freie Diäthyloxaminsäure gefunden. Hofmann hat nun schon gezeigt, dass bei Anwendung von wasserfreien Materialien die Bildung freier Aminsäuren nicht möglich ist, dass aber wohl bei der Behandlung mit heissem Wasser der gebildete Diäthyloxaminsäureäther verseift werden kann. Die Bildung der freien Monoäthyloxaminsäure bleibt dabei immerhin unerklärt. Zur Vermeidung der von Heintz beobachteten Uebelstände überhaupt schlägt endlich A. W. Hofmann vor, das Diäthyloxamid vom Diäthyloxaminsäureäther nicht durch Waschen mit Wasser, sondern durch Ausfrieren und Auspressen zu trennen, letzteren aber durch fractionirte Destillation zu reinigen.

Neuerdings hat der Vortragende nun Hrn. Paul West veranlasst, behufs weiterer Untersuchung die Darstellung des Monoäthyloxaminsäureäthers (Aethyloxamethan) zu versuchen. Hr. West hat diesen Körper auch durch Einwirkung von Aethylamin auf Oxaläther leicht erhalten gemäss der Gleichung:

$$\begin{matrix} COOC_2H_5 \\ | \\ COOC_2H_5 \end{matrix} + NH_2C_2H_5 = \begin{matrix} CONH.C_2H_5 \\ | \\ COOC_2H_5 \end{matrix} + C_2H_5OH$$

Dieser Aether ist eine ölige, bei 244—246° (uncorr.) siedende Flüssigkeit, welche sich in jedem Verhältniss mit Wasser mischt und ebenso leicht von Alkohol und Aether aufgenommen wird.

Mit wässerigem Ammoniack zersetzt er sich schnell unter Abscheidung biegsamer Nadeln, welche aus Monoäthyloxamid bestehen.

Durch Kochen mit Wasser wird der Monoäthyloxaminsäureäther verseift. Beim Schütteln desselben mit Kalkmilch findet sofort Zersetzung unter lebhafter Wärmeentwicklung statt. Es bildet sich dabei ein in schönen, glasglänzenden Prismen krystallisirendes Kalksalz, dem die Formel

$$\left[\begin{matrix} CONHC_2H_5 \\ | \\ COO \end{matrix}\right]_2 Ca + 2H_2O$$

zukommt.

Die wässrige Lösung des Kalksalzes wurde mit Salzsäure versetzt und mit Aether ausgeschüttelt. Nach dem Verdunsten des Aethers hinterbleibt eine leicht in schneeweissen, wolligen Nädelchen

Digitized by Google

sublimirende Säure, deren Schmelzpunkt es unzweifelhaft macht, dass sie mit der von Heintz beschriebenen Monoäthyloxaminsäure identisch ist.

Es unterliegt demnach keinem Zweifel, dass bei der Einwirkung von Aethylamin auf Oxaläther überhaupt Monoäthyloxaminsäureäther entstehen kann; dass die öligen Produkte, welche durch Einwirkung von gasförmigem Aethylamin auf Oxaläther neben Diäthyloxamid fast immer gebildet werden, im wesentlichen aus diesem Körper bestehen, und dass er daher auch bei Einwirkung der gemischten Aethylbasen auf Oxaläther — namentlich bei Anwendung eines grossen Ueberschusses von letzterem — wohl jedesmal wirklich entstehen wird. Dafür spricht auch besonders der Umstand, dass Heintz, als er in der oben erwähnten Weise verfuhr, freie Monoäthyloxaminsäure fand. Letztere hatte ihren Ursprung sicherlich in der Verseifung des neben Diäthyloxaminsäureäther entstandenen Monoäthyloxaminsäureäthers durch Wasser.

Es liegt ferner auf der Hand, dass bei gleichzeitiger Entstehung der letzteren beiden Aether von so ähnlichem Siedepunkt eine Trennung derselben durch fractionirte Destillation nicht möglich ist, wenn man nicht mit sehr bedeutenden Quantitäten arbeitet. Da indess der Monoäthyloxaminsäureäther in Wasser löslich ist, der Diäthyloxaminsäureäther nicht, so liegt in diesem Verhalten der Weg zur Trennung beider angedeutet. Wahrscheinlich wird durch Waschen mit kaltem Wasser dem Diäthyloxaminsäureäther aller Monoäthyloxaminsäureäther zu entziehen und somit die angedeutete Schwierigkeit zu überwinden sein. Anderenfalls würde bei dem bisher üblichen Verfahren die Reindarstellung des Diäthylamins überhaupt nicht bewerkstelligt werden können.

Prof. V. v. Richter sprach über die Ueberführung von Amidoverbindungen in Bromverbindungen. Gewöhnlich bewerkstelligt man die Ersetzung der Amidogruppe in den Benzolderivaten durch Brom in der Weise, dass man die Amidoverbindungen in Diazoverbindungen überführt, aus letzteren durch Fällen mit Bromwasser Perbromide darstellt und diese dann durch Kochen mit absolutem Alkohol zerlegt. Dieses von Griess angegebene Verfahren führt indessen nicht immer zu dem gewünschten Ziel, oder giebt zuweilen eine nur geringe Ausbeute. So erhielt ich aus (1,3) — Bromamidobenzol (aus gew. Dinitrobenzol) fast ausschliesslich Tribrombenzol, indem das Perbromid, ähnlich dem Bromanilin, durch Bromwasser weiter bromirt wird. Dagegen wurde aus Tribromanilin nur eine geringe Menge Tetrabrombenzol erhalten, da beim Kochen des Perbromids mit Alkohol grösstentheils Tribrombenzol regenerirt wird.

Digitized by Google

Es ist mir nun gelungen, die Ueberführung des Tribromanilins in Tetrabrombenzol, in fast theoretischer Menge, nach folgendem Verfahren zu bewerkstelligen, welches, wie es scheint, auch für andere, negative Gruppen enthaltende Amidoverbindungen mit Vortheil anwendbar ist.

Tribromanilin wird mit Eisessig übergossen und salpetrige Säure eingeleitet bis sich alles gelöst hat. Fügt man zu der so erhaltenen Lösung der Diazoverbindung concentrirte HBr-Säure, so erstarrt sie sogleich zu einem Brei, welcher aus feinen gelblichen Nadeln von Tribromdiazobromid besteht. Kocht man die Masse nach fernerem Zusatz von Eisessig bis die Stickstoffentwickelung aufgehört hat, so krystallisirt beim Erkalten der Essigsäurelösung Tetrabrombenzol aus, welches durch einmaliges Umkrystallisiren ganz rein erhalten wird. Ganz ähnlich verhält sich das Tribromanilin auch bei Gegenwart von Salpetersäure. Aus der Lösung der salpetersauren Diazoverbindung fällt Bromwasserstoffsäure unlösliches Diazobromid. Dasselbe wurde abfiltrirt und dann durch Kochen mit Eisessig in Tetrabrombenzol übergeführt. Am einfachsten erreicht man die Ueberführung, indem man das Tribromanilin mit Eisessig und BrH-Säure übergiesst und dann unter Erwärmen salpetrige Säure einleitet bis die Stickstoffentwickelung aufhört.

Das so erhaltene Tetrabrombenzol erwies sich ganz identisch mit dem nach dem gewöhnlichen Verfahren dargestellten. Es ist in Alkohol sehr schwer löslich, krystallisirt in feinen Nadeln und schmilzt bei 98°. Beim Erwärmen mit rauchender Salpetersäure vom sp. Gew. 1,50 bildet es Mononitrotetrabrombenzol $C_6HBr_4(NO_2)$, das bei 96° schmilzt. Eine Analyse des Tetrabromides und der Nitroverbindung gab genau die berechneten Zahlen.

Aehnlich wie durch Bromwasserstoffsäure wird die Diazoverbindung des Tribromanilins auch durch Chlorwasserstoffsäure gefällt; es bildet sich hierbei wahrscheinlich das Diazochlorid, welches beim Kochen mit Eisessig unter Entwickelung von Stickstoff Tribromchlorbenzol CH_3Br_3Cl, bildet. Es steht zu erwarten, dass auch andere Wasserstoffsäuren, wie HFl, CNH, ähnlich wirken.

Die erwähnte Ersetzung der Diazogruppe im Tribromdiazobenzol durch Brom bei der Einwirkung von Bromwasserstoff wird durch die Anwesenheit der drei Bromatome bedingt. Weitere Versuche sollen die Anwendbarkeit dieses Verfahrens auch auf andere Amidoverbindungen, welche eine oder zwei negative Gruppen enthalten (wie Brom- und Dibromanilin, Nitranilin) feststellen. Vor dem gewöhnlichen Verfahren empfiehlt sich dasselbe durch grössere Einfachheit, indem das lästige Fällen mit Bromwasser und die Filtration der voluminösen Perbromide vermieden wird. Ferner giebt dasselbe eine bessere Ausbeute.

Digitized by Google

Derselbe Vortragende machte sodann folgende Bemerkungen über das Indium. Das Indium wurde anfangs, mit dem Atomgewichte 75,6, als zur Gruppe des Zinks und Cadmiums gehörig betrachtet, weil es mit diesen Elementen einige äussere Aehnlichkeiten aufwies. Vor einigen Jahren wies Meodelejeff darauf hin, dass das Indium seinen Eigenschaften nach durchaus dem Aluminium viel näher stehe als den Metallen der Zinkgruppe. Aus der Stellung der Elemente in seinem periodischen Systeme folgerte er, dass das Indium zur Gruppe des Aluminiums gehöre, dass es ein dreiwerthiges Element sei und dass daher sein Atomgewicht 113,4 betrage. Bald darauf wurde das neue Atomgewicht des Indiums von Bunsen, durch die Bestimmung der specif. Wärme des Indiums, sicher festgestellt.

Trotzdem wird das Indium auch jetzt noch gewöhnlich, namentlich in den Lehrbüchern, als zweiwerthiges Element mit dem Atomgewicht 75,6 aufgeführt. Auch in dem neuen Lehrbuch der organischen Chemie von Wislicenus, welches sich sonst durch vollständige Sachkenntniss auszeichnet, ist das Indium als zweiwerthiges Metall, zur Gruppe des Zinks gehörend, angeführt. Wislicenus weist nur auf das abweichende Verhalten des Indicyanides hin, welches sich beim Kochen mit Wasser in Indiumhydroxyd und Cyanwasserstoff spaltet, während die Cyanide von Zink und Cadmium keine Zersetzung erleiden.

Es lag nahe auf ein gleiches Verhalten des Aluminiumcyanides zu schliessen. Fügt man zu der wässerigen Lösung von Aluminiumsulfat eine Cyankaliumlösung so wird ein weisser voluminöser Niederschlag von Aluminiumcyanid, gefüllt. Beim Kochen der Flüssigkeit entweicht unter Aufbrausen Cyanwasserstoff und es wird Aluminiumhydroxyd gefällt. Mithin zeigen Indiumcyanid $In(CN)_3$ und Aluminiumcyanid ein gleiches Verhalten, da sie zu einer Gruppe gehören. Der Satz, dass der Gesammtcharakter der Elemente und ihrer Verbindungen in der Stellung der Elemente im periodischen System zu einem sehr vollen Ausdruck kommt, findet hierin eine weitere Bestätigung.

Professor Zincke berichtete, an eine frühere Mittheilung anknüpfend, über weitere Versuche, welche er und Dr. Forst mit den Hydrobenzoïnen ausführten. Der Vortragende erwähnt zunächst die Einwirkung von Natriumamalgam auf Benzil und die von oxalsaurem Silber auf Stilbenbromid. Die erstere Reaction wurde bei Gegenwart von Wasser vorgenommen; sie ergab, wie nicht anders erwartet werden konnte, nur Bildung von Hydrobenzoïn; Isohydrobenzoïn war nicht nachweisbar. Die zweite Reaction, welche bereits von Limpricht und Schwanert studirt worden ist, schien einer Wiederholung werth, weil die genannten Chemiker nur Hydro-

Digitized by Google

benzoïn erhalten haben. Das oxalsaure Silber würde demnach in seiner Wirkung von dem essigsauren und benzoësauren Silber abweichen und sich mehr dem essigsauren Kali an die Seite stellen, in welchem Falle aber die Bildung einer entsprechenden Quantität von Stilben erwartet werden konnte.

Die Einwirkung von oxalsaurem Silber auf Stilbenbromid wurde bei Gegenwart von Xylol vorgenommen, die entstandenen Produkte aber nicht direct verseift, sondern einer sorgfältigen, fractionirten Fällung (Versetzen der ätherischen Lösung mit Alkohol) unterworfen; es gelang auf diese Weise eine grössere Quantität Stilben neben einer Anzahl brauner harziger Körper zu erhalten. Letztere wurden einzeln verfeift; sie ergaben meistens Hydrobenzoïn und nur aus einigen Fractionen liessen sich Spuren von Isohydrobenzoïn gewinnen.

Die Menge des letzteren ist aber sehr gering und kommt gar nicht in Betracht, so dass in der That das oxalsaure Silber ähnlich dem essigsauren Kali neben einem Alkohol nur Stilben bildet, wodurch natürlich von Neuem die Frage angeregt wird: „Ist das Stilbenbromid ein einheitlicher Körper oder nicht, und wenn dieses letztere der Fall, leitet es sich dann von einem oder von zwei in ihrer Structur verschiedenen Stilbenen ab?“

Dass die Existenz von zwei Stilbenen nicht wahrscheinlich ist, hat der Vortragende schon früher hervorgehoben, und auch die neueren Versuche bestätigen diese Ansicht. Das auf obige Weise neben Hydrobenzoïn gewonnene Stilben giebt ein Bromid, welches mit benzoësaurem Silber sowohl Iso- wie Hydrobenzoïnverbindungen liefert; dasselbe verhält sich also genau so, wie das ursprüngliche Stilben, oder wie das durch essigsaures Kali regenerirte.

Weniger sicher lässt sich dagegen die zweite Frage: „Ob sich von einem einzigen Stilben zwei Bromide ableiten können?“ entscheiden. Diese Frage, welche ein hohes theoretisches Interesse besitzt, kann nur durch ein sorgfältiges Studium der betreffenden Verbindungen klar gelegt werden, doch dürften sich hierzu die Bromide weniger eignen, wie die entsprechenden Chloride, mit deren Untersuchung bereits begonnen wurde.

Der Redner geht indessen auf diese letzteren Verbindungen nicht ein, sondern wendet sich zu Betrachtungen über die Structurformeln der beiden Alkohole; Betrachtungen, welche allerdings die Existenz von zwei Bromiden resp. Chloriden wahrscheinlich erscheinen lassen.

Natürlich genügen die Bildungsweisen der beiden isomeren Alkohole nicht, um ihre Constitution festzustellen, namentlich ist die gleichzeitige Bildung beider aus dem Stilbenbromid wenig geeignet, einen sicheren Anhaltspunkt zu gewähren. Am nächsten liegen wohl

Digitized by Google

die Formeln $C_6H_5 - CH.OH - CH.OH - C_6H_5$ und

$$C_6H_5 \cdots CH.OH \cdots C_6H_4.CH_2OH,$$

welche sich leicht ergeben, wenn die Bildung der Alkohole aus Bittermandelöl ins Auge gefasst wird; man würde dann die erstere dem Hydrobenzoïn, der Beziehungen zu Benzoïn und Benzil wegen, geben müssen, während die zweite dem Isohydrobenzoïn zukommen würde; legt man dagegen das Stilben zu Grunde, so gelangt man in glatter Weise nur zu der ersten Formel, welche für beide Alkohole gleichberechtigt ist, während eine dritte nur durch Atomverschiebungen erklärbare Formel

$$(C_6H_5)_2 = C(OH) \cdots CH_2OH$$

vorläufig wenig annehmbar erscheinen dürfte.

Bis zu einem gewissen Grade musste ein Oxydationsversuch mit Chromsäuremischung über den Werth dieser Formeln entscheiden. Eine Verbindung $C_6H_5 \cdots CH.OH \cdots CH.OH \cdots C_6H_5$ konnte als Endprodukt der Oxydation nur Benzoësäure und als Zwischenprodukt vielleicht Bittermandelöl oder einen Körper $C_6H_5 \cdots CO - CO - C_6H_5$ (Benzil?) liefern. Alkohole von der Formel:

$$C_6H_5 \cdots CH.OH \cdots C_6H_4 \cdots CH_2OH$$

mussten in eine Benzoylbenzoësäure übergehen, während ein Körper, wie ihn die dritte Formel darstellt, zu Benzophenon und Kohlensäure zerfallen musste.

Der Versuch hat nun ergeben, dass beide Alkohole sich völlig gleich verhalten; beide liefern bei der Oxydation als Endprodukt Benzoësäure, als Zwischenprodukt Bittermandelöl. Die Umwandlung in letzteres muss quantitativ verlaufen, denn ohne grosse Vorsicht wurden 70—80 pCt. der theoretischen Ausbeute erhalten; es werden also gleichsam die beiden Atome H, welche mit 2 Molekülen Bittermandelöl zu 1 Molekül der Alkohole zusammentreten, wieder fortgenommen und jene beiden Moleküle regenerirt.

Selbstverständlich sind nach diesen Erfahrungen die Formeln

$$C_6H_5 \cdots CH.OH \cdots C_6H_4 \cdots CH_2OH \text{ und}$$

$$(C_6H_5)_2 = C(OH) \cdots CH_2OH$$

nicht mehr zulässig; es bleibt nur die Formel

$$C_6H_5 - CH.OH \cdots CH.OH - C_6H_5,$$

die sich auch ohne Weiteres aus der jetzt gültigen Formel des Stilbenbromids ergiebt. Diese Formel lässt aber keine Isomerie im gewöhnlichen Sinne zu; man ist gezwungen, an sogen. physikalische oder geometrische Isomerie zu denken und zwischen Hydro- und Isohydrobenzoïn ähnliche Verhältnisse anzunehmen, wie sie augenblicklich zwischen den beiden Aethylidenmilchsäuren angenommen werden.

Eine derartige Annahme hat entschieden ihre Berechtigung, sie schneidet aber jede Erklärung ohne Weiteres ab und es dürfte daher angezeigter sein, noch andere weniger nahe liegende Formeln mit in den Kreis der Betrachtungen und Experimente zu ziehen.

Digitized by Google

Da die Kohlenstoffkette $C_6 \cdots C \cdots C \cdots C_6$ als gegeben angesehen werden muss, so bleibt nur noch die Formel:

$$C_6H_5 \cdots CH_2 \cdots C(OH)_2 \cdots C_6H_5$$

für einen der beiden Alkohole (für Isohydrobenzoïn?) übrig. Mit dieser Formel steht das Verhalten bei der Oxydation, sowie der Uebergang in dasselbe Bromid, Chlorid und in Tolan nicht im Widerspruch und auch die Bildungsweise beider Alkohole aus Bittermandelöl und aus Stilben lässt sich mit ihr in Einklang bringen. Vom Bittermandelöl ausgehend gelangt man zum Ziele, wenn man annimmt, dass zunächst die Verbindungen $C_6H_5CH_2OH$ also Benzylalkohol und $C_6H_5CH(OH)_2$ d. h. Benzylidenglycol oder Bittermandelölhydrat — entstehen, aus welchen dann durch einfachen Wasseraustritt die beiden Alkohole sich bilden können.

Beim Stilben muss, wenn von einer Atomverschiebung während der Bildung der Alkohole abgesehen wird, die Annahme gemacht werden, dass 2 Stilbenbromide existiren, deren Bildung dadurch erfolgen kann, dass zuerst Addition von Brom stattfindet, wodurch $C_6H_5 \cdots CHBr \cdots CHBr \cdots C_6H_5$ entsteht, dieses HBr verliert und in umgekehrter Weise sofort wieder addirt und so die Bildung von $C_6H_5 \cdots CH_2 \cdots CBr_2 \cdots C_6H_5$ veranlasst. Man kann aber auch die Hypothese machen, dass im festen Stilben, hervorgerufen durch Atombewegungen, neben den Molekülen $C_6H_5 \cdots CH \cdots CH \cdots C_6H_5$ in variabler andere Menge Moleküle $C_6H_5 \cdots CH_2 \cdots \overset{\cdot\cdot}{C} \cdots C_6H_5$ vorkommen ohne dass dadurch eine Aenderung der Eigenschaften bedingt wird. Durch Addition von Brom müssen dann natürlich die erwähnten beiden Bromide entstehen und in dem gewöhnlichen Stilbenbromid enthalten sein.

Als Mitglieder wurden in die Gesellschaft aufgenommen:
Herr Dr. R. Anschütz, Assistent am chem. Institut,
Herr Dr. H. Klinger, Assistent am chem. Institut.

Physikalische Section.

Sitzung vom 14. Juni 1875.

Vorsitzender Prof. Troschel.

Anwesend 13 Mitglieder und zwei Gäste.

Dr. Bertkau verlas zunächst drei Mittheilungen von Herrn Realoberlehrer Cornelius in Elberfeld, die für die diesjährige Pfingstversammlung des naturhistorischen Vereins der preussischen Rheinlande und Westphalens in Minden bestimmt gewesen waren.

»1. Fledermäuse. (*Vesperugo pipistrellus* Schreber.)

Zu den interessantesten Erscheinungen in der Thierwelt gehört unstreitig das massenhafte Vorkommen gewisser Geschlechter und Arten.

Sei es das gesellige Zusammenleben für ökonomische Zwecke, wie beim Biber, bei Ameisen, Bienen, Faltenwespen und Termiten,

Digitized by Google

sei es das jährlich auf ein paar Stunden und auf sehr wenig Localitäten beschränkte Massenerscheinen der langgeschwänzten Eintagsfliege (*Palingenia longicauda* Oliv.) zur Vollziehung des Fortpflanzungsgeschäftes; oder sei es das alljährlich wiederkehrende gemeinschaftliche Wandern zur Erhaltung der Gattung und des Individuums, wie bei einigen Säugethieren, vielen Vögeln, Fischen und Reptilien; oder sei es endlich das meist unerklärte Umherziehen ungeheurer Heuschreckenschaaren und die Auswanderung unermesslicher Libellenschwärme: Alles dieses ist von jeher ein Gegenstand der Aufmerksamkeit, des Erstaunens und Bewunderns, wo nicht des Schreckens und thörichter, abergläubischer Vorstellungen gewesen.

Weniger in die Augen fallend und darum auch weniger allgemein bekannt mag es sein, dass viele mehr an die Scholle gebundene Thiere sich zu gemeinsamem Winterschlafe oft in beträchtlicher Anzahl zusammenfinden. Viele Käfer, die Raupen einiger Schmetterlinge — beide manchmal von verschiedenen Gattungen und Arten — Ohrwürmer, Weinbergschnecken und ihre Verwandten, Karpfen, Aale liegen im Winter zahlreich, Kreuzottern oft zu 10 Stück in einen Klumpen zusammengewickelt, Gartenschläfer (*Myoxus quercinus* Linné) und Murmelthiere oft bis zum Dutzend und mehr in ihren Verstecken beieinander.

Am zahlreichsten aber finden sich von Säugethieren bei uns gewisse Arten von Fledermäusen zu geselligem Winterschlafe vereinigt. In Felsengrotten, hohlen Bäumen, unter warmen Dächern, hinter Verschalungen und Bretterverkleidungen, ja unter Fussböden im Zimmer hiberniren diese Thiere, an den Hinterbeinen aufgehängt, oft dicht an einander gereihet oder in Klumpen geballt, nicht selten zu Hunderten in Gemeinschaft.

Nicht Manchen unter uns mag es vergönnt gewesen sein, von solchem Vorkommen unmittelbare Anschauung gewonnen zu haben, da ja die Fledermäuse als meist nächtliche Thiere sich der Beobachtung nicht eben günstig zeigen, ihr Winteraufenthalt oft entlegen, und auch die Jahreszeit zum Besuche desselben im Ganzen wenig einladend ist. Den eigentlichen Zoologen und den mehr oder weniger Gebildeten ist über die Lebensweise und namentlich über die Winterruhe der Fledermäuse kaum Neues zu sagen, und doch gibt es, wie so häufig bei den gewöhnlichsten Erscheinungen in der Natur, auch bei dem Verhalten dieser Thiere einzelne Fälle, in denen Zeit, Ort und besondere Umstände eine nicht unbedeutende Rolle spielen, so dass die Beobachtung immer wieder neuen Reiz und einige Erweiterung der Kenntniss bietet.

Ich darf daher bei der geehrten Versammlung wohl auf einige ziemlich allgemeine Theilnahme rechnen, wenn ich einen in manchen Beziehungen eigenthümlichen Fall von massenhaftem Auftreten der bei uns gemeinsten Fledermaus, der sogenannten Zwergfleder-

Digitized by Google

maus, *Vesperugo pipistrellus* Schreber, *pygmaeus* Leach, hier mittheile.

Ich habe zwar den Vorgang nicht selbst beobachten können, weil ich auf Reisen abwesend war, mir aber ein paar Tage später möglichst gründliche und allseitige Auskunft verschafft.

Als der Pedell des Gymnasiums zu Elberfeld zur Ferienzeit am 11. September des vorigen Jahres gegen 9 oder 10 Uhr Morgens in das Tags zuvor von ihm und seiner Frau sorgfältig gereinigte und an Thür und Fenstern wohlverschlossene Schulzimmer der Secundaclasse eintrat, befremdete es ihn sogleich, dass trotz des heitersten Herbstwetters ein gewisses trübes Licht in dem Zimmer herrschte, und dass die gestern noch so klaren Fensterscheiben einen bedeutenden Schmutzüberzug zeigten; zugleich drang ihm ein eigenthümlich süsslicher Dunst entgegen. Nicht lange konnte er in Ungewissheit über die Ursachen seiner Wahrnehmungen bleiben. Es zeigte sich ein wunderbares Schauspiel! An den Röhren der Gasleitung, den Vorsprüngen der Fensterbekleidung, den Lamperien, den Rändern sämmtlicher Schulpulte und Bänke, an und hinter der Schultafel, hinter einem Bilderrahmen und dem an der Wand hangenden Stundenplane der Classe — überall hingen, einzeln neben einander gereiht, oder auch zu dicken Klumpen geballt, zahllose Fledermäuse. Der Pedell schätzte ihre Anzahl zu dreihundert Stück, und wenn auch Leute dieses Schlags leicht übertreiben und in solchen Fällen gern mit grossen runden Zahlen rechnen, so wird doch hier, da der Pedell ein ruhiger, sinniger und verhältnissmässig intelligenter Mann ist, auch mehrere hinzugerufene Gebildete, worunter einige Aerzte, der Schätzung zustimmen, an der Wahrscheinlichkeit und annähernden Richtigkeit der Angabe wohl kaum zu zweifeln sein. Hinter der Schilderei an der Wand zählte die Frau des Pedells allein drei undfünfzig Stück der Thiere! — Wurden einzelne Thiere berührt, so erfolgte alsbald ein Gequiekse, das sich zunächst bei den benachbarten und dann in weitere Kreise fortsetzte. — Als nach und nach mehr Personen im Zimmer erschienen, wurden viele der Thiere unruhig, erhoben sich zum Theil unter leisem Gekreisch, flogen im Zimmer umher, oder fanden einen gleich näher zu erwähnenden Fluchtweg ins Freie und tummelten sich eine Zeitlang im Sonnenschein, um dann zu verschwinden.

Der Schauplatz des Vorgangs ist ein geräumiges, gegen 4 Meter hohes Schulzimmer in der Bel-Etage des Gymnasialgebäudes, an der Ostseite desselben, und die Fenster gehen auf den Turnplatz der Schule. In der nordwestlichen Ecke steht ein Säulenofen, dem in jenen Tagen der Deckel fehlte. Fenster und Thüren waren, wie schon gesagt, in der betreffenden Nacht geschlossen; aber in einer der obersten Fensterscheiben war ein Loch von der Grösse einer Manneshand, und durch dieses Loch hatten höchst

Digitized by Google

wahrscheinlich die zahlreichen Thiere, eins nach dem andern, den Einzug gehalten. Dass dies nicht durch den Ofen geschehen war, geht unzweifelhaft daraus hervor, dass die Thiere den Umstand hinsichtlich des fehlenden Deckels nicht wissen konnten, während die Oeffnung in der Scheibe sich ihnen ohne Weiteres darbot; auch würde ihnen das gekniete Ofenrohr ein Hinderniss entgegengesetzt haben, und der Russ widerwärtig gewesen sein; und endlich wussten die am ersten Tage aufgescheuchten Fledermäuse die Oeffnung in der Scheibe zum Entkommen sämmtlich wiederzufinden; ja, als am zweiten Tage vor jenem Fenster der Vorhang niedergelassen war, suchten neue Flüchtlinge die Oeffnung hinter demselben, wiewohl vergeblich, auf und hingen zahlreich in den Falten des Vorhangs. — An diesem zweiten Tage hatte sich die Zahl der Thiere merklich vermindert. Gegen 50 Stück lagen todt auf dem Fussboden und wurden vom Pedell vergraben. Mehrere an der Erde liegende versuchten mit mehr oder weniger Erfolg sich in die Luft zu erheben; einige hülflose, die halb verhungert am Boden flatterten, nahm der Mann in sein Haus und setzte ihnen Milch vor, die sie begierig zu sich nahmen. — Unter den sonst normal dunkel gefärbten Individuen fand sich ein einziges helleres, fast weisses Stück, dessen man leider nicht habhaft wurde. — Einige kleinere Stücke schienen Junge zu sein. — Unter dreien, die der Pedell nach der Weise, wie die Bauern es mit Raubvögeln zu machen pflegen, auf die Thüre genagelt hatte, wurden zwei als Männchen recognoscirt.

Am zweiten Abende wurde das Fenster geöffnet, und etwa $^2/_3$ der noch vorhandenenen Thiere ergriffen die Flucht; die übrigen waren am dritten Tage todt oder gingen noch zu Grunde. Auf den Vorsprüngen oder sonst überall herum lagen eine Menge Excremente, und noch lange nachher fanden sich an verborgenen Stellen Spuren derselben.

Es würde nun darauf ankommen, die in einigen Beziehungen auffallende und eigenthümliche Erscheinung dieser Fledermausversammlung hervorzuheben, und sie mit der Lebensweise des Thieres in besonderer Berücksichtigung seines Winterschlafes in Verbindung zu bringen. Ich lege dabei die Aeusserungen berühmter Fachschriftsteller, namentlich und besonders die brieflichen Mittheilungen des Herrn Professors Dr. Altum zu Neustadt-Eberswalde, eines hervorragenden Kenners der Fledermäuse, zu Grunde.

Vesperugo pispitrellus Schreber kommt nach Blasius (Naturgesch. der Säugethiere Deutschland's p. 62. 68) fast durch ganz Europa und den grössten Theil von Nord- und Mittelasien vor, von Skandinavien — noch unter 60° N. Br. — und Spanien bis Japan, in den Alpen bis über 6000′, und ist in ganz Deutschland die gemeinste Art. Mit Sonnenuntergang kommt sie zum Vorschein und

Digitized by Google

verschwindet erst in der Morgendämmerung wieder. Ihr Winterschlaf ist leichter und mehr unterbrochen, als bei den übrigen Arten. Bei Thauwetter habe ich sie nicht selten mitten im Winter im Schnee umherfliegen sehen. Sie fliegt in Sturm und Regen im Freien umher. Zu ihren täglichen Schlupfwinkeln und zu ihrem Winteraufenthalte sucht sie sich alle nur denkbaren geschützten, trockenen Stellen auf: Dachböden, Keller, Felsritzen, Bohrlöcher in Balken und Baumlöcher; einmal sogar habe ich diese Art über einen Fuss tief in einem Gange der Hirschkäferlarve in einer lebenden Eiche angetroffen.

Herr Prof. Altum sagt unter Anderm: »*Pipistrellus* wird gegen Spätherbst stets sehr gesellig. Alle in der ganzen Umgegend scheinen sich an dem einzelnen Plätzchen (dem Gymnasialzimmer) vereinigt zu haben, um im Frühlinge sich wieder in der Umgegend zu verbreiten. Wie sie sich verständigen — ich weiss es nicht. — Nicht selten sammeln sie sich auch im Sommer in erleuchteten offen stehenden Corridor's, Salons u. s. w. Ist erst eine hineingeflogen, so folgt bald eine zweite, zehnte, dreissigste, obschon man kaum glauben sollte, dass diese Anzahl in der unmittelbarsten Nähe sich aufhalte. Die geselligen Verhältnisse sind kurz folgende.

1. Anfang Frühling Begattung und dann Trennung der Geschlechter; die Männchen streifen vereinzelt umher.

2. Bald Zusammenfinden der trächtigen Weibchen, später mit ihren Jungen, noch lange gesellig.

3. Nach völliger Emancipation der Jungen von den Alten wieder Zusammenfinden aller, wenn auch anfänglich noch nicht massenhaft.«

Aus dem massenhaften Auftreten unserer Thiere in so früher Zeit und an einem so ungewöhnlichen Orte glaubte ich auf eine Wanderung nach weit entfernten Gegenden schliessen zu dürfen, wie sie nach Const. Gloger (Isis 1828. Bd. 21. p. 1113—1124) bei *Vesperugo discolor* Natt., *Vepsert. Nattereri* Kuhl, und nach Blasius (Reise im Europ. Russland, 1. Th. p. 263) bei *Vesperugo Nilssonii* Keyserl. und Blasius) vorkommt; Hr. Prof. Altum will aber von einer eigentlichen Wanderung in diesem Falle nichts wissen, kann vielmehr nach seinen vielfachen Erfahrungen in der Zeit nichts besonders Auffallendes finden, indem diese Art aus ihrem Winteraufenthalte noch wochenlang, ja bei warmer Witterung bis in den December und Januar hinein allabendlich auf Beute ausfliegt.

Seltsam bleibt immerhin die Wahl eines Schullocals zum Winteraufenthalte. Denn allen bisher bekannten Beobachtungen zufolge beziehen diese, wie viele andere Thiere, in ihrer Intelligenz oder instinktmässig eine bleibende Stätte nur da, wo sie voraussichtlich ungestört bleiben, und unsere Fledermäuse wussten sicher-

Digitized by Google

lich, oder konnten merken, dass noch ganz kurz vorher Menschen in dem Schulzimmer gewesen waren, und dass es überhaupt ein bewohnter Raum sei. — Ausserdem möchte die Absicht, in einem solchen Zimmer zu überwintern, bei den Thieren wohl darum nicht anzunehmen sein, weil diese Thiere sonst nur im Dunkeln überwintern, und weil sie in dem Schulzimmer nicht hinreichend gegen Kälte geschützt gewesen wären. Die Fledermäuse gelten nämlich allgemein als frostige, gegen Kälte sehr empfindliche Thiere. Nach Blasius (Naturgesch. d. Säugeth. p. 22) sinkt die Bluttemperatur der hibernirenden Fledermäuse allmählich mit der Temperatur der Luft, oft sogar bis auf 1° R.; geht aber die Bluttemperatur bis unter 0°, so erfrieren diese Thiere und erwachen nicht wieder. Nach Kaup (Thierreich 1. Bd. p. 214) fallen die Fledermäuse selbst in warmen Ländern, wie in Paraguay in der kältern Jahreszeit, wo das Thermometer in der Nacht auf + 6° sinkt, und am Tage auf + 10° bis 15° steigt, in einen kurzen Winterschlaf. Wenn nun auch unser *Pipistrellus* mehr Kälte aushält, als andere Arten und wol mit Recht von Hrn. Prof. Altum als »harter Zwerg« bezeichnet wird, so möchten die Thiere in dem Schulzimmer, wo die Temperatur im verflossenen Winter bis auf —8 bis 10° sank, doch nicht haben ausdauern können. — In Fällen, wo Fledermäuse vor harter Kälte erwachen und ausfliegen sollen, gehen die Thiere ohne Zweifel verloren.

Vielleicht wäre anzunehmen, dass die in Rede stehenden Fledermäuse das Schullocal als ersten Versammlungsort — als eine Etappe, etwa für eine Nacht, gewählt hätten, um demnächst sich in nahe gelegenen Klüften oder an andern geschützten Orten zur Winterruhe dauernd niederzulassen.

Von *Pipistrellus*-Individuen mit hellem oder gar weisslichem Kleide finde ich bei den Schriftstellern nichts angemerkt, und es wäre unser Fall als eine seltene Ausnahme zu betrachten, wenn nicht möglicher Weise eine andere immer weissliche, bei uns nicht gar seltene Fledermaus, die kleine Hufeisennase *Rhinolophus hipposideros* Bechstein sich unter den Haufen gemischt haben sollte, um, wie es wohl auch sonst zu geschehen pflegt, mit den andern gemeinschaftlich Winterruhe zu halten.

2. Taubenbandwurm.

Ein Elberfelder Taubenliebhaber bemerkte an einem Weibchen seiner Brieftauben, welches beinahe zwei Jahre alt ist und schon eine Reise von Berlin hierher gemacht hat, längere Zeit hindurch ein gewisses unerklärliches träges, unlustiges Wesen. Eines Tages Anfang April dieses Jahres sah er etwas Weissliches aus dem After der Taube hangen, was sich nach dem Einfangen des Thieres als das eine Ende eines Bandwurms erwies. Unter Assistenz eines

Digitized by Google

sinnigen Dieners wurde durch vorsichtiges langsames Ziehen, wobei die Taube durch Zusammenziehen des Körpers und Drücken offenbar mithalf, der Bandwurm mit Ausnahme von einigen Bruchstücken des Hintertheils glücklich vollständig ans Licht gefördert. Der Wurm zeigte noch Leben, was die abgerissenen Stücke durch Zuckungen und Krümmungen verriethen. Die Taube wurde gleich nach der Entlastung ausserordentlich munter und hat seitdem schon zum zweitenmale Eier gelegt.

Das Vorkommen der Bandwürmer bei Tauben, oder vielleicht dieser einzigen Species, ist längst bekannt; doch habe ich bei der mir zu Gebote stehenden dürftigen Literatur über diese Thiere eben so wenig den Namen der Art feststellen, als hinsichtlich seiner Finne und deren Entwickelung Etwas auffinden können.

Das Thier ist ohne Zweifel eine ächte *Taenia*[1]) und dem menschlichen Kettenbandwurm, *Taenia solium* L., recht ähnlich. Die Länge des Vorhandenen — denn es können sich vorher schon Theile abgelöst haben — beträgt 24 cm. oder ungefähr 9 Zoll. Das Vorderende, welches bei der Entbindung natürlich zuletzt erschien, läuft in eine scharfe Spitze aus, an der ich mikroskopisch den Kopf mit einer Saugmündung zu jeder Seite, aber keinen Hakenkranz beobachten konnte, wiewohl letzterer wohl vorhanden sein wird. Der Kopf ist bei weitem nicht so dick und nicht so deutlich abgesetzt, wie bei *T. solium*. Auf einen kurzen Hals folgt die Gliederung des Leibes. Die Glieder sind anfangs ihrer Querlänge entsprechend sehr schmal und dicht gedrängt, nehmen aber an Breite zu, bis die grösste Körperbreite etwa 6 mm. beträgt, die nach dem Ende zu sich wieder etwas verjüngt. Der Leibesrand ist je nach der Breite der einzelnen Glieder vorn scharf-, hinten stumpfzahnig. Die Farbe des Wurms ist gelblich weiss."

Der 8ten Mittheilung schickte Dr. Bertkau einige Angaben über den Bau und die Lebensweise der *Meliponen*, insbesondere im Vergleich zu unserer Honigbiene voraus. Die Bienen der amerikanischen Gattung *Melipona* Ill. besitzen nur das Rudiment eines Stachels, auf der oberen Körperhälfte ausmündende Wachsdrüsen und eine sehr geringe Zahl von Flügeladern. Ihr Nest legen sie in hohlen Bäumen an, indem sie mehrere wagerecht gestellte Waben, durch Wachssäulchen verbunden, etagenmässig übereinander aufführen. Diese Waben besitzen nur je eine Lage von Zellen, die mit ihren Oeffnungen nach unten gekehrt sind und als

---

1) Jedenfalls ein *Bothriocephalide*, da er, wie ich mich selbst überzeugte, nur 2 flache Sauggruben hat; Näheres liess sich an dem im Alkohol zusammengeschrumpften Thiere nicht bestimmen.
Dr. Bertkau.

Digitized by Google

Brutzellen dienen. Ihre Honigvorräthe legen sie in gesonderten, fast kugeligen Zellen, sog. Honigtöpfen an.

„3. Eine südamerikanische stachellose Honigbiene (*Melipona*).

Herr Oberlehrer Dr. Müller zu Lippstadt hat in der Generalversammlung der zoologischen Section des westfälischen Provinzialvereins für Wissenschaft und Kunst am 27. Decbr. 1874 einen Vortrag über die Lebensweise der brasilianischen stachellosen Honigbienen *Melipona* gehalten, der im dritten Jahresbericht des genannten Vereins auszugsweise mitgetheilt worden ist.

Wenn es mir nun, ungünstiger Verhältnisse wegen, nicht eben gelingen konnte, eingehendere Beobachtungen über denselben Gegenstand zu machen und den trefflichen Auseinandersetzungen des Hrn. Dr. Müller Neues hinzuzufügen, so wird doch eine entsprechende Mittheilung über eine *Meliponen*-Erscheinung in Elberfeld hier in unserm Kreise um so weniger alles Interesse entbehren, als ich wenigstens Bruchstücke von einem *Meliponen*-Bau mit der Biene selbst vorzeigen kann.

Am 16. Juli 1869 sandte ein Färbereibesitzer in einem Einmachsglase an Hr. Professor Dr. Fuhlrott ein Nest mit lebenden Bienen, welches sich in einem Stamm von Honduras-Blauholz (*Haematoxylon campechianum?*) gefunden hatte. Die Arbeiter in der Färberei waren auf die aus einem Spalt des Stammes hervorkriechenden oder in der Färberei umherfliegenden Thierchen aufmerksam geworden, hatten das Flugloch erweitert und in einer Höhlung das Nest entdeckt. In ihrer rohen Hand wurde es beim Herausnehmen mehr oder weniger verletzt, zumal da es in einigen Parthieen aus subtilen und zerbrechlichen Theilen besteht. Doch war eine kleine zarte Wabe, die zwischen den beiden grossen Honigtöpfen, wie Hr. Dr. Müller sie nennt, eingeschoben lag, ziemlich gut erhalten, und aus den zum Theil noch bedeckelten Zellchen entwickelten sich bei mir während mehrerer Tage die Bienchen bis gegen 80 Stück. Nach 4 oder 5 Tagen fingen sie an zu sterben, wiewohl Nahrung genug vorhanden war, indem die Honigtöpfe noch jetzt, nach 6 Jahren, von süssestem Honig triefen.

Das Nest, soweit es vorhanden, hat die Grösse einer kleinen Faust und ist in zwei ungleiche Theile zerfallen, zwischen welchen, wie gesagt, die Wabe steckte. Das Ganze war äusserlich sehr unregelmässig, mit zahlreichen Zacken und Vorsprüngen oder baumwurzelähnlichen Verzweigungen; an den eigentlichen Honigtöpfen sind grössere oder kleinere Höhlungen, in denen der Honig sichtbar ist. Die Farbe ist ein tiefes Schwarzbraun, welches aber ins Graue tritt, sobald man Wasser drüber giesst, woraus vermuthet werden dürfte, dass der Wachsstoff mit Erde vermischt ist, wie solches

Digitized by Google

auch Herr Dr. Müller aus seiner Erfahrung von andern Nestern bestätigt.

Das Wäbchen ist von zartem Bau und Stoff, etwa 2 Zoll lang und halb so breit, gelblich braun von Farbe und besteht aus einer einzigen Lage von Zellen.

Die Bienchen sind viel kleiner als eine Stubenfliege und werden von Hrn. Prof. Dr. Gerstaecker zu Berlin für *Melipona lineata* Lepelletier angesprochen.

Das Honduras-Blauholz wird, nachdem es gefällt und geschält ist, die Flüsse hinunter ans Meer geschafft, und bleibt an der Küste so lange liegen, bis sich Gelegenheit zum Transport nach Europa bietet. Die Reise über Rotterdam den Rhein hinauf bis nach Düsseldorf und Elberfeld mag mindestens 6—8 Wochen dauern. Die betreffende ganze Blauholzladung war — wer weiss, durch welchen Zufall?! — mit Syrup getränkt, was der Verwendung des Holzes glücklicher Weise keinen Eintrag gethan hat. Ob aber der Unterhalt dieser Bienen damit in Verbindung steht, oder nicht, überlasse ich der Entscheidung Sachverständiger."

Derselbe Vortragende sprach über die Frage, wann und wo bei den Araneïden die Vereinigung der beiderseitigen Geschlechtsprodukte, also die Befruchtung der Eier Statt finde. Nachdem bei den früheren Untersuchungen eine innere Verbindung der *receptacula seminis* mit den Eileitern nur in den wenigsten Fällen hatte aufgefunden werden können, gewann die Vermuthung Menge's, die nachträglich über die Eier ergossene Flüssigkeit möchte aus den Samentaschen stammen, an Wahrscheinlichkeit. In einem der seltenen Fälle, wo es dem Vortragenden gelungen war, das Eierlegen zu beobachten und eine Probe der in Rede stehenden Flüssigkeit unter dem Mikroskope zu untersuchen, fanden sich in derselben ausser kleineren und grösseren Körnchen keine anderen Formelemente vor, so dass ihre Natur als Samen doch zweifelhaft ist.

Prof. vom Rath gab eine Uebersicht der Meteoritensammlung, des naturhistorischen Museums der Universität nach ihrer Bereicherung durch die betreffende Abtheilung der Krantz'schen Sammlung. Der neugefertigte Katalog führt nun folgende Meteoriten auf:

I. Klasse. Eisenmeteorite.

A. Meteoreisen.

a. ohne schalige Zusammensetzung, keine Widmanstätten'schen Figuren gebend:

Braunau.

b. Aggregate grosser, schalig zusammengesetzter Eisen-Individuen:

Digitized by Google

Zacatecas, Mexico.

c. Aggregate grosser Individuen ohne schalige Zusammensetzung:

Seeläsgen, Reg.-Bez. Frankfurt.

d. Schalig zusammengesetzte Eisenmassen, Widmanstätten'sche Figuren gebend:

Tejupilco und Xiquipilco (Toluca), 18 Stücke, darunter eines von 27½ Kilogr. Gew.
Elbogen, Böhmen,
Lenarto, Ungarn,
Bohumilitz,
Arva, Ungarn,
Schwetz, Reg.-Bez. Marienwerder,
Ruffs-Mountain, Süd-Carolina,
Putnam Co., Georgia,
Werchne Udinsk Westsibirien,
Jewell-Hill, Madison Co., Nord.-Carolina,
La Grange, Kentuky.

B. Pallasit. Grundmasse von Meteoreisen mit krystallinischen Körnern:

a. von Olivin,

Krasnojarsk,
Ilimac (Atacama).

b. von Bronzit:

Breitenbach und Rittersgrün,

C. Mesosiderit. Gemenge von Meteoreisen, Olivin und Augit:

Hainholz bei Paderborn,
Newton Co., Arcansas.

II. Klasse. Meteorsteine.

A. Chondrit, Agglomerate von Olivin, Broncit und etwas Chromeisen in kleinsten rundlichen Körnern mit ausgeschiedenen grösseren Kugeln von radial-faseriger Struktur, sowie mit Nickeleisen und Magnetkies:

Ensisheim,
Barbotan, (?)
Siena,
Aigle, Frankreich,
Hacienda de Bocas bei St Louis Potosi,
Weston, Connecticut,
Timochin, Gouv. Smolensk,
Erxleben, bei Magdeburg,
Chantonnay, Frankreich,
Lixna, bei Dünaburg,
Vouillé, Frankreich,
Little Piney, Missouri,

Digitized by Google

Chateau Renard, Frankreich,
Favars, Frankreich,
Linn Co., Jowa,
Cabarras Co., Nord-Car.,
Mezö-Madaras, Siebenbürgen,
Girgenti,
Insel Oesel,
Gnarrenberg bei Bremervörde,
Ausson, Hte. Garonne,
New Concord, Ohio,
Meno, Mecklenburg,
Buschhof, Curland,
Pillistfer, Curland,
Tourinnes la Grosse, Belgien,
Nerft, Kurland,
Knyahinya (40 Steine), Ungarn,
Pultusk (viele Steine), Polen,

B. Broncit, Steine, welche wesentlich aus Broncit bestehen.
Manegaum, Hindostan,
Ibbenbühren, Westfalen,

C. Enstatit, Steine, welche wesentlich aus Enstatit bestehen.
Bischapville, Süd.-Corolina,

D. Eukrit, Gemenge von Augit und Anorthit.
Stannern, Mähren,

E. Kohlige Meteroite.
Orgueil, Frankreich.

(Eine ausführlichere Aufzählung und Beschreibung vorstehender Meteoriten s. in den Verhandlungen des naturhistorischen Vereins.)

Das Studium dieser wunderbaren Himmelskörper, welche die Mineralogie und Petrographie mit der Astrophysik und Astronomie verbinden, erheischt eine Vereinigung derselben an wenigen wissenschaftlichen Centren. Die Direktion des naturhistorischen Museums der Bonner Universität wird daher mit besonderem Danke eine jede Gabe von Meteoriten entgegennehmen, wie sie auch zum Tausche bietet: Eisen von Xiquipilco (Toluca), Steine von Knyahinya und Pultusk. — Es geschah dann mit Dankesausdruck verschiedener Geschenke Erwähnung, welche in der letzten Zeit der mineralog. Sammlung zugewandt wurden. Prof. C. Klein in Heidelberg verehrte eine Stufe mit seltenen Anatasformen $^1/_7$ P, P, P∞, OP, ∞ P, $^5/_2$ P $^5/_3$. Diese letztere Form, das Dioktaeder $^5/_2$ P $^5/_3$ wurde von Klein, dessen Arbeit „Beiträge zur Kenntniss des Anatas" mit rühmender Anerkennung vorgelegt wurde, zuerst beobachtet. Hr. George Ulrich in Melbourne sandte mit einer Sammlung von Mineralien und Gesteinen aus Victoria ausgezeichnete „Herschelite" (Seebachit, Bauer) von Richmond. Dieselben wurden unter Vorlegung der werth-

Digitized by Google

vollen Schrift des Geschenkgebers „Contributions to the mineralogy of Victoria" (Melbourne, 1870) erläutert.

Nach des Vortragenden Ansicht gehören die Krystalle des „Herschelits" von Richmond, entgegen der Bestimmung von V. von Lang (Philosophical Magazine Vol. XXVIII, 4. Series p. 506) dem hexagonal-rhomboëdrischen Systeme an und sind Phakolith.

Mit besonderem Dankesausdruck geschah dann einer ungewöhnlichen Zuwendung Erwähnung, welche der mineralogischen Sammlung zu Theil geworden ist. Mittelst letztwilliger Verfügung bestimmte nämlich der Geheime Bergrath Dr. Burkart (s. über Sein Leben und Wirken den von Hrn. von Dechen geschriebenen und in den Verhandlungen veröffentlichten Nekrolog), dass seine Sammlungen mexikanischer Mineralien, Gesteine und Gangvorkommnisse dem Poppelsdorfer Museum sollten einverleibt werden. Diese in ihrer Art wohl einzig dastehende Collektion begreift 1732 Handstücke, welche mit einem ausführlichen Katalog versehen sind, und ihrem Vorkommen nach in folgende Abtheilungen zerfallen.

I. Gesammelt auf dem Wege von Tampico nach Real del monte und von da nach Tlalpujahua, Chico Pachuca und Tula.
II. Weg von Mexico nach dem Nevado de Toluca, dem Bad von Hocolitlan und Tlalpujahua.
III. Gebirge von Tlalpujahua.
IV. Reise nach Angangueo, Huetamo, dem Jorullo etc.
V. Reise nach den Bergwerksdistrikten Zimapan, Guanaxuato und Zacatecas.
   a. Von Mexico über Zimapan nach Guanaxuato.
   b. Guanaxuato nach Zacatecas.
   c. Ramos, Charcas, Catorze und Mazapil.
   d. Gebirge von Xeres.
VI. Reise über Xeres, Bolaños und Tepic nach Sn. Blas.
   Sammlung von Fresnillo.
   Sammlung von Peñon blanco und S. Jago.
VII. Reise von Zacatecas nach Tampico.

Diese umfassende wohlgeordnete Collektion wird stets ein Denkmal des selbst in schweren körperlichen Leiden ungebrochenen wissenschaftlichen Strebens des Verewigten sein und in den Räumen des Museums seinen Namen in dankbarer Erinnerung bewahren.

Schliesslich wurde mit empfehlenden Worten die Synopsis der Mineralogie und Geognosie von Prof. Dr. Senft, 1. Abth. Mineralogie (Hannover 1875) vorgelegt, ein Werk, welches wegen der ausführlichen Behandlung der Mineral-Associationen, der Entstehung und Umbildung, sowie der künstlichen Darstellung der Mineralien schätzenswerth ist.

Dr. Gurlt sprach anknüpfend an den Vortrag des Vorredners

Digitized by Google

über Meteorsteinfälle im Alterthume und über angebliche neuere Meteoreisenmassen. Wenn auch die französische Akademie nur schwer zu dem Glauben an Meteorsteine gebracht werden konnte, so hatten doch die Alten in unbefangener Weise längst die Beobachtung als richtig anerkannt, dass es zuweilen vom Himmel Steine regne. Namentlich haben wir dem T. Livius für eine Zahl von Aufzeichnungen über derartige Vorkommnisse in seiner römischen Geschichte zu danken. Steinregen kamen vor im Jahre 216 vor unserer Zeitrechnung auf dem Berge Aventinus zu Rom und zu Aritia (lib. 22. cap. 36); dann 215 in der Nähe des Tempels der Juno Sospita bei Lanuvicum, weshalb ein neuntägiges Opfer angeordnet wurde, um die Götter zu versöhnen (23. c. 31); ferner 208 zu Vejae und Armilustrum (27. c. 37), 204 zu Rom mit neuntägigem Opfer (29. c. 13) und 193 zu Aricia, Lanuvium und auf dem Aventinus (35 c. 9); endlich erwähnt Livius Steinfälle vom Himmel im Jahre 191 zu Amiternum (36 c. 37), 188 zu Rom (38. c. 36) und zuletzt 169 zu Reate in Latium (42. c. 20), und in demselben Jahre auf dem römischen Gebiete und bei Vejae, in agro Romano et in Vejentibus lapidatum esse nunciatum (44. c. 18). Dass diese Meteorsteine, um die es sich hier allein handeln kann, auch oft glühend waren, wird von dem Jahre 217 v. Chr. von Praeneste ausdrücklich erwähnt, ardentes lapides coelo cecidisse (lib. 22. cap. 1). Endlich kommt noch an mehreren Stellen die Nachricht vor, dass es Erde geregnet habe, was wohl auf vulkanische Eruptionen gedeutet werden muss, ebenso wie der grosse Steinfall im Jahre 341 im Albaner Gebirge wobei der Tag zur Nacht wurde (7. c. 28). Solcher Erdregen wird erwähnt im Jahre 194 (34 c. 45), dann 190 zu Tusculanum (37. c. 3) und zu Auximum im Jahre 172 v. Chr. (42. c. 20). Diese Aufzeichnungen lassen darauf schliessen, dass das Niederfallen von Meteorsteinen und Meteoreisen in historischer und auch vorhistorischer Zeit sehr häufig gewesen ist, wenn auch die grösste Zahl der Fälle nicht beobachtet oder wenigstens nicht geschichtlich aufbewahrt wurde.

Dass sich unter den vermeintlichen Meteoreisen auch zuweilen Massen befinden, die anderen Ursprungs sind, ist am Ende nicht zu verwundern. So wurden im Jahre 1831 bei Olvenstedt in der Nähe von Magdeburg, 4 Fuss unter der Erde muthmasslich meteorische Eisenmassen gefunden, die Stromeyer als Hüttenprodukte erkannte und deren Ursprung Heine auf das Mansfeldische zurückführte. Sie enthielten neben Phosphor, Kobalt und Nickel, auch Kupfer und Schwefel, zeichneten sich aber durch den Gehalt von 10 % Molybdän, und mehr, aus, das auch in den Mansfelder Eisensauen vorkommt, die sich beim Schmelzen des Kupferschiefers bilden. Ein anderer Fund von angeblichem Meteoreisen, wurde 1852 auf dem Gute Wolfsmühle das Herrn Grodzki, in der Pfarrei Grem-

Digitized by Google

boczyn, bei Thorn gemacht. Es fanden sich daselbst einige Zoll unter der Erde, über eine grosse Fläche zerstreut, Schollen und Knollen eines blasigen, schlackigen Eisenerzes, welches nach den Proben, welche der Geheime Ober-Bergrath Karsten 1853 zu Berlin untersuchte, bis zu 54.75 % metallisches Eisen enthält, das sich durch den Magnet von der übrigen Masse trennen liess. Diese bestand theils aus Eisenhydrat theils aus einem schwarzen Eisensilikat, das einer künstlichen Frischfeuerschlacke ähnlich ist, auch enthält sie Einschlüsse von Quarzkörnern und von verkohlten vegetabilischen Resten; ihre Menge wurde auf mehr als 20,000 Cntr. geschätzt. Karsten nahm an, dass diese Masse von einem ausserordentlich grossen Falle von meteorischem Eisen herrühre, welches bei seinem Niederfallen zur Erde noch glühend und weich gewesen sei und so, in Berührung mit der Luft und dem Sande, sich theilweise in Oxyd und Silikat verwandeln und dabei Quarzkörner und vegetabilische Reste mechanisch einschliessen konnte. Das Eisen ist sehr weich und geschmeidig, enthält aber keine Spur von den sonst das Meteoreisen gewöhnlich begleitenden Substanzen, wie Nickel, Kobalt, Phosphor, Kohlenstoff u. s. w. Sein meteorischer Ursprung ist daher im höchsten Grade unwahrscheinlich und, wie die Einschlüsse von verkohlten Vegetabilien vermuthen lassen, viel eher auf einen grossen Waldbrand zurückzuführen, der auf einem Raseneisenstein-Lager stattgefunden und dasselbe theils verschlackt, theils zu Metall reducirt hat.

Zum Schluss macht Prof. Dr. Borggreve noch die Mittheilung, dass nach den von ihm am 14. Mai d. J. an Ort und Stelle angestellten Untersuchungen die in den Vorträgen vom 4/1. und 1/2. d. J. erwähnte alte Fichte auf der Hardtburg bei Euskirchen sich stark proterogynisch verhalte, und dass dieser Factor für die völlige Unfruchtbarkeit dieses Zwitterbaumes wohl noch entscheidender als die räumliche Vertheilung der beiden Geschlechter sei. Auch die meisten übrigen von ihm untersuchten Fichten zeigen eine mehr oder minder stark ausgeprägte Proterogynie — eine hiermit Hand in Hand gehende Proteraudrie anderer Individuen derselben Art, wie er sie bei verschiedenen Cupuliferen beobachtet habe, und wie sie neuerdings wieder für den Wallnussbaum (*Juglans regia* L.) von Prof. F. Delpino (Nuovo giornale botanico italiano VII. 2. p. 148) constatirt sei, habe er bis jetzt nicht gefunden.

Der Vortragende knüpft hieran unter Vorzeigung des in ein weibliches Blüthenkätzchen umgewandelten Terminaltriebes einer vor der abgelaufenen Vegetationsperiode in den botanischen Garten zu Bonn verpflanzten ca. 15jährigen Fichte einige Bemerkungen über die Bedingungen der Blüthenproduction bei den nur periodisch fructificirenden Gewächsen, insbesondere den meisten einheimischen

Digitized by Google

Waldbäumen. Im Allgemeinen seien Naturforscher und Pflanzen- und Thier-Züchter (Gärtner, Land- und Forstwirthe) darüber einig, dass bei allen Organismen eine reichliche Ernährung, überhaupt eine Potenzirung der Lebensthätigkeit auch die Fortpflanzungsfähigkeit steigere, d. h. je nach Umständen frühere, reichlichere und öfter wiederkehrende Fructification bedinge. Den gegen diesen Satz von einigen der Anwesenden erhobenen Bedenken gegenüber bemerkt der Vortragende, dass die allerdings nicht seltenen Ausnahmen von dieser Regel dieselbe als solche nicht umstossen können, vielmehr als nur scheinbare zu betrachten seien, insofern sich fast stets direct nachweisen lasse, wie in concreto andere, die Fortpflanzungsthätigkeit hemmende Momente den in Rede stehenden Effect der gesteigerten Lebensthätigkeit fast oder ganz paralysiren, so dass dann sogar wohl ein entgegengesetzter Erfolg zu Stande komme, der aber oft nicht auf die richtigen Grundursachen zurückgeführt werde. So liege die Sache z. B. bei dem Beschneiden der Obstbäume und Weinstöcke, der Anwendung den sog. Zauberringes, dem »ins Stroh Wachsen« des Getreides, dem »ins Kraut Wachsen« der Kartoffeln etc. etc. Die Beobachtung des Verhaltens der über ausgedehnte Territorien verbreiteten Organismen, insbesondere z. B. der europäischen Waldbäume zeige aber in eclatantester Weise, wie dieselbe Species in den wärmeren Lagen, auf den kräftigeren Standorten resp. nach einer temporär gesteigerten Ernährungsthätigkeit durch Düngerzufuhr oder vermehrte Einwirkung der Athmosphärilien (Beseitigung von Nachbarstämmen) früher, öfter und reichlicher blühe und resp. fructificire.

Der vorgelegte Wipfel gebe nun aber zu denken! Die Fichte fange je nach Standort etc. in der Regel erst mit dem 30—60. Lebensjahre an zu fructificiren und die Terminaltriebknospe, welche ja die Verlängerung der Hauptaxe zu vermitteln habe, könne bei ihr stets nur im höchsten Alter in eine Blüthenknospe umgewandelt werden, da eine solche Umwandlung das normale Längenwachsthum abschliesse. Somit unterliege es keinem Zweifel, dass die hier vorliegende Abnormität, die übrigens bei ähnlich behandelten Stämmchen in ähnlicher Weise sich zeige, wenn die Umbildung auch nicht grade die Wipfelknospe treffe, Folge dieser Behandlung oder richtiger gesagt Misshandlung, der hochstämmigen Verpflanzung sei. Eine solche involvire bei Wildlingen stets den Verlust von ca. 0,6—0,9 der Imbibitionsfläche der Wurzeloberhaut, wirke also, bildlich gesprochen, ähnlich wie bei einem fast stets essenden Thier die Verstopfung des grössten Theils der Mundöffnung wirken müsse. Mit dieser starken Verringerung der für die Aufnahme der Nährsalzlösung bestimmten Fläche sei aber eine Verringerung der Transpirations- und Carbonisationsorgane nicht verbunden, da es sich um ein immergrünes Nadelholz mit 6 Jahre dauernden Nadeln han-

Digitized by Google

dele. Die Umpflanzung eines solchen bedinge also in den ersten Jahren die Bereitung eines zwar quantitativ geringen, aber dafür um so concentrirteren Bildungssaftes und damit eine verfrühte resp. gesteigerte Geschlechtsthätigkeit. Sie lasse sich also in dieser Beziehung mit der zur Steigerung der Blüthenproduction forstwirthschaftlich angewandten Lichtstellung der für die Verjüngung vorzubereitenden Bestände parallelisiren. Nicht aber sei die bekannte Erscheinung, dass z. B. verpflanzte Zwergobststämme ihre (bereits in der Knospe vorgebildeten) Blüthen entwickeln und nicht selten unmittelbar nachher eingehen, mit der erörterten analog — letzterer Vorgang vielmehr physiologisch nicht wesentlich von dem bekannten Aufblühen einer ins Wasserglas gesetzten Rosenknospe verschieden.

Für Morphologen war der vorgezeigte umgewandelte Wipfel noch insbesondere dadurch interessant, dass an ihm die Blüthe in ähnlicher Weise wie sonst der Trieb durch den Stich der Fichtenrindenlaus (*Chermes Abietis* Rtzb.) zum Theil Erdbeergallen-artig deformirt erschien.

Medicinische Section.

Sitzung vom 21. Juni 1875.

Vorsitzender: Prof. Binz.

Anwesend: 16 Mitglieder.

Prof. Köster hält einen längeren Vortrag über chronische Entzündung, fibröse und sarcomatöse Neubildungen. Er stellt für die chronische Entzündung drei ineinander übergehende Formen auf, die er als hypertrophische, hyperplastische und granulirende bezeichnet. Bei der ersteren handelt es sich wesentlich um Verstärkung vorhandenen Gewebes, bei der zweiten um Zunahme durch Neuanbildung, ohne dass jedoch völlig neugebildete Gewebe mit neuen Gefässen entstehen. Dies ist aber bei der granulirenden chronischen Entzündung der Fall, der eigentlichen entzündlichen Neubildung. Tritt diese als interstitielle Entzündung auf, so fällt der Proliferation des Bindegewebes und der Gefässe die Hauptrolle zu, bei Flächengranulation dagegen kommt noch die Extravasation (Eiterung, Exsudation) hinzu, wie eine gleichsam in Permanenz erklärte acute Entzündung.

Dass ähnliche Verhältnisse wie bei dieser existiren, geht daraus hervor, dass eine grosse Masse oberflächlicher Capillarschlingen fast nur weisse Blutkörperchen führt.

Die neugebildeten Gewebe der chron. interstitiellen und der Flächenentzündung unterscheiden sich aber prinzipiell nicht oder sehr wenig. Bei der Flächenentzündung jedoch liegen die Verhältnisse einfacher und ihre Produkte sind leichter zu studiren. So

Digitized by Google

sind namentlich die fibrösen Schwarten der serösen Membranen, der Schleimbeutel (Hygrome) etc. günstige Objekte. Je älter das hier entstandene Bindegewebe, desto fester, derber ist dasselbe (Sclerose). Der histologische Bau desselben ist analog dem Harnhautgewebe. Die Zwischensubstanz hat lamellöse Anordnung, zwischen den Lamellen sind sternförmige durch Ausläufer mit einander communicirende, leicht injicirbare Saftkanälchen gebildet, in denen meist je nur eine platte Bindegewebszelle der einen Wandbegrenzung anliegt. Die Zellen stellen somit Analoga der Endothelien dar. Man kann dieses Gewebe mithin keratoides Bindegewebe nennen.

In jüngeren Schwarten oder jüngeren Schichten derselben hört der lamellöse Bau auf. Die Saftkanälchen oder sternförmigen Bindegewebszellen bilden ein Netzwerk nach allen Richtungen des Raumes: Netzzellengewebe.

Die jüngsten Schichten haben meist keine klare Structur, da wo aber eine bestimmte Organisation existirt, ist es gewöhnlich ein cytogenes Gewebe mit vielfachen Modificationen. Die Lücken des feinen Reticulums sind auch hier injicirbare Saftkanäle.

Bei der Injection ergiebt sich nun, dass die Saftkanälchen jeglicher Form mit den Blutgefässen in weit offener Verbindung stehen.

Die Blutgefässe sind namentlich in den weicheren und jüngeren Schwartentheilen ausserordentlich reichlich, auch die Communication mit den Saftkanälchen hier am ausgebreitetsten. Eigenthümlich ist das Verhalten der Blutgefässe selbst. Abgesehen von stellenweiser Anhäufung und bündelweisem Aufsteigen in die oberflächlichen Granulationen, fehlt an ihnen eine scharfe Differenzirung zwischen Capillaren, Venen und Arterien, es gibt nur enge und weite Gefässe, oder Gefässe, die nur Endothel haben und solche, deren Wand ausserdem von einer mehr oder weniger starken Bindegewebshülle gebildet ist. Quer oder circulär verlaufende Muskelfasern existiren nicht in der Wandung. Dies gilt jedoch nicht für die bandförmigen Adhäsionen.

Wichtig ist ferner der Mangel von Lymphgefässen. Es gibt zwar Gefässe, die, injicirt, völlig das Aussehen von Lymphgefässen haben, aber mit Blutgefässen zusammenhängen und Blut führen. Die ersten Erscheinungen der chronischen Entzündung etwa einer serösen Membran sind die der Wucherung und des schliesslichen Untergangs der Endothelien der Lymphgefässe und der Saftkanälchen (d. i. der sog. Bindegewebszellen).

Dann schliesst sich erst die Proliferation der Gefässe und an diese die Bildung cytogenen Gewebes an. Da es immer nur Capillaren sind, die sich neubilden, so folgt daraus schon von selbst und das ergibt auch die Beobachtung, dass Neubildung von Bindegewebe nur um diese geschieht.

Digitized by Google

Nerven waren niemals zu erkennen.

Aehnliche Verhältnisse existiren nun auch in den fibrösen und sarcomatösen Neubildungen. Schon der Umstand, dass sich alle derartige Geschwülste eng an die Verzweigungs- und Verbreitungsweise der Blutgefässe und namentlich der Capillaren anschliessen, bringt sie in Abhängigkeit von diesen. Man kann sogar sagen, dass das fibröse und sarcomatöse Gewebe nur als Ausfüllung zwischen den Capillaren zu betrachten ist. Es gibt Geschwülste und Geschwulsttheile, z. B. die Oberfläche fast aller Fibrome und Sarcome, in denen der Reichthum der Capillaren so gross ist, dass man fast reinen angiomatösen Bau vor sich hat. In der Tiefe aber werden die Gefässe seltener und zwar nicht blos durch stärkere Entwicklung von Zwischengewebe, sondern auch durch Untergang von Capillaren.

Wie bei der chronischen Entzündung erfolgt auch bei diesen Neubildungen nur um capillare Gefässe Gewebswucherung. Wo um Arterien oder in der Arterienwand Zellwucherung auftritt, da sind die Arterien nicht neugebildet und die Zellwucherung ist von den vasa vasorum ausgegangen. Dadurch gehen dann auch die Arterien als solche zu Grunde. Wo überhaupt wirklich neugewuchertes und nicht etwa blos mit Lymphkörperchen infiltrirtes Gewebe existirt, da gibt es keine Arterien.

Auch in den fibrösen und sarcomatösen Geschwülsten bilden sich keine neuen Lymphgefässe und Nerven, die alten aber gehen zu Grunde. Bei den Lymphgefässen ist nur die eine Art des Untergangs, die durch Endothelwucherung nachzuweisen. Man findet desshalb an der Peripherie oder zwischen einzelnen Lappen von exquisiten Sarcomen, ja selbst von Fibromen Strukturverhältnisse, die man eher einer carcinomatösen als bindegewebigen Geschwulst zuschreiben würde.

Die erste Gewebsformation ist wie bei chronisch entzündlichen Wucherungen gleichfalls cytogen, sei es dass das Gewebe von den Blutcapillaren aus völlig neu sich gebildet hat, oder dass das Muttergewebe, wo es zu Geschwulstgewebe sich umwandelt, durch eine Art der Einschmelzung, die man bei chronischer Entzündung schon kennt, auch hier zu einem reticulirten oder cytogenen Gewebe metamorphosirt wird.

Aus dieser Gewebsformation nun kann man alle Formen der fibrösen und sarcomatösen Gewebe ableiten. Die Maschenräume sind injicirbare relativ weite Saftkanälchen, das Reticulum ist Zwischensubstanz; als dritter Factor kommen die Zellen hinzu, die im cytogenen Gewebe fast noch ganz den Charakter lymphoider Elemente haben.

Wird die Zwischensubstanz sehr mächtig und wandeln sich die sparlichen Zellen zu platten, fixen Bindegewebszellen um, während

Digitized by Google

die Saftkanälchen enge oder wenigstens sehr unregelmässig und platt werden, so erlangt die Neubildung fibrösen Charakter. Werden die Saftkanälchen typisch sternförmig, die Zellen darin aber gross und protoplasmareich, nicht platt, die Zwischensubstanz aber stark, so geht das Gewebe in Netzzellensarcom über. Erweitern sich die Saftkanälchen zu alveolären Räumen und erhalten die Zellen epithelioiden Charakter, so entstehen Formen, die man als alveoläre Sarcome bezeichnen kann. Und so lassen sich selbst das früher für typisch gehaltene Spindelzellensarcom, ausserdem aber auch das Myxom, das Chondrom u. s. w. ganz leicht von der genannten Gewebsformation durch sehr einfache Metamorphosen ableiten.

In all diesen Geschwülsten liegen die Zellen in Hohlräumen, die als Saftkanälchen oder deren Abkömmlinge zu betrachten sind. Während aber bei entzündlich oder nicht entzündlich fibrösen Neubildungen mit der Consolidation oder Sklerose des Gewebes die Zellen sich zu fixen Bindegewebszellen, oder wie jetzt gesagt werden muss, zu Bindegewebs-Endothelien und dem entsprechend bei den Substitutionsgeweben Knorpel, Kochen zu Knorpel- und Knochenzellen umwandeln, behalten sie bei den sarcomatösen Neubildungen embryonalere Formen, deren Hauptrepräsentanten die grosse Rundzelle, die Spindel-, die protoplasmareiche Stern- und die epithelioide Zelle sind. Immer aber bleiben die Räume, in denen die Zellen liegen, wenn auch häufig schwer, injicirbar. Was aber die Analogie mit chronisch entzündlicher Neubildung erhält, ist der Umstand, dass diese Räume oder Saftkanälchen gleichfalls in sehr offener Verbindung mit den Blutgefässen stehen.

Aus diesen Untersuchungen ergeben sich ausser andern nur kurz berührten hauptsächlich folgende Schlussfolgerungen: Sowohl die entzündlichen wie die geschwulstartigen fibrösen und sarcomatösen Neubildungen sind abhängig von der Gefässwucherung und bilden ihre Gewebe nur um, durch und aus den Capillaren; differenzirte Gefässe werden überhaupt nicht gebildet. Der Mangel an Lymphgefässen und die offene Communication mit den zellführenden Saftkanälchen und deren Abkömmlingen (vielleicht spielt auch der Mangel an Nerven eine wichtige Rolle) bedingen Circulationsverhältnisse, durch die Ernährungs- und zelliges Material in reichem Maasse angeschwemmt, sehr wenig aber abgeführt wird. Daraus mag sich das unbeschränkte Wachsthum fast all dieser Neubildungen (das Hinzukommen neuer Bedingungen natürlich ausgeschlossen) erklären. Die längst erkannte nahe Beziehung der Sarcome zu dem Gefässapparat und eine Reihe von Erscheinungen in dem Wachsthum, der localen und allgemeinen Verbreitung der Sarcome werden leichter verständlich.

Weitere Auseinandersetzungen sollen in der baldig erfolgenden ausführlichen Veröffentlichung gegeben werden.

Digitized by Google

Dr. von Mosengeil hielt einen Vortrag über Katheterismus in einem Falle von Blutung aus den Harnwegen, welcher in der Berliner klinischen Wochenschrift erscheinen wird.

Allgemeine Sitzung vom 5. Juli 1875.

Vorsitzender: Prof. Troschel.

Anwesend: 19 Mitglieder.

Professor Binz sprach über Santoninvergiftung und deren Therapie, folgende Mittheilung seines Schülers, Cand. med. P. Becker, zu Grunde legend: Fast alljährlich gelangt ein Fall von Vergiftung durch Santonin in die Oeffentlichkeit. Vor mehreren Monaten ereignete sich ein solcher in Bonn. Ein 2jähriges sehr zartes Kind bekam 10 Stunden nach der Aufnahme von 2 Chokoladepastillen, jede zu 0,05 Santonin, heftige Krämpfe. Sie begannen bei jedem der sich rasch folgenden Anfälle im Gesicht, verbreiteten sich von da auf die Extremitäten und hemmten dann schliesslich die Athmung während einiger Zeit in bedenklichster Weise. Deutlich war das 3.—7. Nervenpaar der eigentliche Sitz der Reizung. Die Pupillen waren jedoch erweitert. Der gelassene Harn zeigt die bekannte grünliche Färbung. Die Herren Proff. Binz und Zuntz sahen die Anfälle auf ihrer Höhe. Warme Bäder, Essigklystiere, viel Getränk und künstliche Athmung durch Compression des Thorax wurden angewandt. Letztere schien die drohende Lähmung abzuhalten. Noch 3 Tage lang wiederholten sich die Anfälle, immer schwächer und seltener werdend. Der Harn war noch ebensolange grünlich gefärbt.

Die Abwesenheit jeder zuverlässigen Therapie liess eingehende Thierversuche sehr nothwendig erscheinen, und auf Anrathen des Herrn Prof. Binz und unter seiner und Herrn Dr. Heubach's Anleitung unternahm ich dieselben. Als Gift diente das santonsaure Natron in subcutanen Injectionen.

Frösche reagiren erst auf sehr grosse Gaben Santonin mit Krämpfen. Durchschneidung des Markes zwischen Occiput und Wirbelsäule ergab Aufhören der auf die Extremitäten verbreiteten Erscheinungen. Abtrennen der grossen Hemisphären sistirte sie nicht. Auch daraus ergiebt sich der Sitz des Reizes.

Kaninchen und junge Katzen gebrauchen zwar auch viel mehr wie der Mensch, wenn nach dem Körpergewicht geschätzt wird. Man erhält jedoch bei ihnen alle die Symptome wieder, welche beim Menschen characteristisch sind. Stets beginnt der Anfall mit leisen Zuckungen im Bereich der oben genannten Nerven. Auch Opisthotonus und Emprosthotonus können sich später einstellen.

Digitized by Google

Das Herz bleibt ziemlich intact; die Körperwärme sinkt ein wenig; regelmässig scheint Reizung der Harnwege vorhanden zu sein; der Harn färbt Leinwand gelb und wird durch Zusatz von Kalilauge purpurroth.

Ich versuchte zuerst die Inhalationen von Amylnitrit, da möglicherweise ein von dem Santonin bewirkter Gefässkrampf des Gehirns die Krämpfe bedingen konnte. Die Wirkung war aber gleich Null. Ebensowenig wurden sie durch starke Morphininjectionen alterirt. Chloralhydrat dagegen, vor der Vergiftung mit Santonin bis zum tiefen Schlaf gegeben, liess die Krämpfe nicht aufkommen nach Dosen, die unzweifelhaft stark spastisch wirken mussten.

Sehr prompt wirken Inhalationen von Chloroform. Sie sind aber bei den genannten Thieren etwas gefährlich wegen Bedrohung des Respirationscentrums. Inhalationen von Aether unterdrücken die Anfälle ganz, wenn man beim ersten Zucken der Augenlider und Ohren damit vorgeht; sie kürzen, in einem spätern Stadium begonnen, dieselben um die Hälfte der Zeit ab, und lassen sie gar nicht aufkommen, wenn man das Thier in einem leichten Aetherschlafe hält. Ein gleichwerthiges Controlthier mit der nämlichen Menge Santonin vergiftet, geht in 3—4 Stunden zu Grunde. Das behandelte Thier erholt sich binnen einigen Tagen vollkommen.

Die künstliche Athmung vermittelst Tracheotomie und Blasebalg wirkt zwar mindernd auf Zahl und Intensität der Anfälle, aber nicht so coupirend wie die genannten Hypnotica.

Aus mehrfachen Gründen ist es wahrscheinlich, dass auch beim Menschen die nämliche Medication anwendbar ist. Gegebenen Falles würde man also bis zur Beschaffung des Aethers den Thorax rhythmisch comprimiren und nach Abwendung der Hauptgefahr Chloral verordnen in vorsichtiger Gabe. Zur Entfernung des Giftes Laxantien und viel Getränk.

Ich gedenke noch weitere Versuche über den nämlichen Gegenstand vom theoretischen wie practischen Gesichtspunkte aus anzustellen. Diese vorläufige Mittheilung darf deswegen gerechtfertigt erscheinen, weil wir noch nichts Sicheres über die Therapie bei Santoninvergiftung wissen [1]) und weil ferner die Prüfung des Gefundenen am Menschen sich jederzeit darbieten kann.

---

1) Th. Husemann sagt (Lehrb. der Pflanzenstoffe 1870, S. 930): »Bei Santoninvergiftung ist ein Emeticum und, da die Resorption zumeist im Darm esfolgt, auch ein Abführmittel indicirt; symptomatisch sind Analeptica, vielleicht auch mässige Opiumgaben am Platze«.

Ebenso giebt Th. Krauss in seiner kleinen Monographie über die Wirkungen des Santonins, Tübingen 1869, Nichts darüber an.

Digitized by Google

Professor Mohr sprach über ein eigenthümliches Vorkommen von Olivin im Basalte von Oberkassel.

Prof. Pfeffer sprach über die Bildung des Primordialschlauches. Kommt Protoplasma mit reinem Wasser, oder mit einer wässrigen Lösung in Berührung, so umkleidet es sich allseitig mit einer zarten Niederschlagsmembran, dem sog. Primordialschlauch, der sich auch um beliebige, nicht lebensfähige Ballen von Protoplasma dann bildet, wenn bestimmte Vorsichtsmassregeln angewandt werden. In dem Protoplasma finden sich eiweissartige Körper gelöst, welche sich bei Berührung mit Wasser desshalb ausscheiden, weil das lösende Medium entzogen wird; diese Ausscheidung aber bleibt auf die Contaktfläche beschränkt, weil die gebildete Niederschlagsmembran für das fragliche Lösungsmedium nicht, oder wenigstens äusserst schwierig permeabel ist. Die ansehnliche Dehnbarkeit des Primordialschlauches ist durch Einschieben neuer, in den erweiterten Molecularzwischenräumen gebildeter Molecüle, also durch Wachsthum bedingt. Wird dieses unmöglich gemacht, so ist der einmal vorhandene Primordialschlauch, wenn überhaupt, in nur höchst untergeordneter Weise dehnbar und wird bei mässigem hydrostatischem Drucke zersprengt. Uebrigens sind die diosmotischen Eigenschaften eines solchen nicht wachsthumsfähigen Schlauches mit dem Primordialschlauch lebender Zellen, so weit sich dieses feststellen lässt, übeinstimmend.

Welcher Art das Lösungsvehikel des den Primordialschlauch bildenden Stoffes ist, liess sich nicht mit Sicherheit ermitteln. Jedenfalls sind die anorganischen Salze, welche im Hühnereiweiss das Paraglobulin Aronstein's (das nach Heynsius mit Kalialbuminat identisch ist) gelöst erhalten, für sich allein nicht das lösende Vehikel der den Primordialschlauch bildenden Stoffe.

Der Vortragende zeigte dann noch kurz, dass die Molecularstruktur des Primordialschlauches die oft sehr hohen hydrostatischen Druckkräfte unter den in den Pflanzenzellen gegebenen Verhältnissen erklärt. Weitere Mittheilungen über das Zustandekommen dieser endosmotischen Druckkräfte werden nach Abschluss der bezüglichen Untersuchungen in Aussicht gestellt.

Professor Schaaffhausen berichtet über den Fund eines Steinsarges bei Sechtem, in welchem Knochenreste eines Erwachsenen und eines Kindes so wie ein Haufen wohlerhaltener, aber röthlich gefärbter Menschenhaare sich befanden. Glas- und Thonperlen deuten auf die fränkische Zeit. Die Schädelstücke sind dick durch starke Entwicklung der Diploe, was an Schädeln der germanischen Vorzeit mehrfach beobachtet ist. In einem gallo-römischen Grabe bei Mettlach waren

Digitized by Google

selbst die Knochen verschwunden und die Haare erhalten und ebenfalls röthlich. Diese Farbenänderung dunkler Haare tritt in Folge eines chemischen Vorgangs ein und ist schon an alten Perrücken bekannt. Man hat, ohne sie zu kennen, aus alten Grabfunden schon falsche Schlüsse gezogen. — Sodann zeigte derselbe ein Stück Trachyt-Conglomerat vom Froschberge im Siebengebirge, welches er der Güte des Herrn Ignaz Spindler verdankt. Es enthält ein vortrefflich erhaltenes Blatt, das einer tertiären Rhamnusart anzugehören scheint. In einem so festen und dichten Gestein dieser Art sind bisher Pflanzenreste nicht gefunden worden.

Physikalische Section.

Sitzung vom 12. Juli 1875.

Vorsitzender: Prof. Troschel.

Anwesend: 17 Mitglieder.

Eb. Gieseler referirte über den ersten Band der »theoretischen Kinematik — Grundzüge einer Theorie des Maschinenwesens von F. Reuleaux, Professor, Direktor der Königl. Gewerbe-Akademie u. s. f., Braunschweig 1875«. Folgende Einzelheiten mögen dazu dienen den Inhalt des, wegen seiner neuen Anschauungen, sehr interessanten Buches anzudeuten. Durch die charakteristischen Eigenthümlichkeiten einer maschinalen Bewegung, gegenüber einer kosmischen, gelangt man zu folgender Definition: »Eine Maschine ist eine Verbindung widerstandsfähiger Körper, welche so eingerichtet ist, dass mittelst ihrer Naturkräfte genöthigt werden können, unter bestimmten Bewegungen zu wirken«. — Daraus folgt, dass zu einer Maschine mindestens zwei Körper gehören, von denen der eine die Bewegung des andern bestimmt. Jede Maschine besteht aus derartig paarweise zusammen gehörenden Körpern, die Elementenpaare genannt werden (z. B. Zapfen und Lager, Schraube und Mutter u. s. f.). Eine Verbindung mehrerer Elementenpaare, wie sie beispielsweise eine Dampfmaschine darbietet, heisst im Allgemeinen betrachtet, eine kinematische Kette. Die Kette besteht aus einzelnen Gliedern. Ist die Verbindung so getroffen, dass das letzte Glied sich an das erste anschliesst und die Glieder nur bestimmte Relativbewegungen gegen einander ausführen können, heisst die Kette zwangläufig geschlossen oder kurz geschlossen. Wird ein Glied einer geschlossenen Kette festgehalten, so können die übrigen Glieder nur bestimmte Bewegungen gegen den umgebenden Raum ausführen und aus der Kette wird ein Mechanismus. Hat man beispielsweise vier Stangen von verschiedener Länge mit ihren Enden charnierartig zu einem Viereck (Kurbelviereck)

Digitized by Google

verbunden, so bilden diese eine kinematische Kette von vier Gliedern. Macht man eines der Glieder fest, so entsteht ein Mechanismus. Auf die Weise kann man systematisch verfahrend eine grosse Anzahl der wichtigsten Mechanismen, je nach der Länge und Lage, welche man den Seiten des Vierecks giebt, auffinden, z. B. Kurbel und Balancier, Parallelkurbeln u. s. f.

Unter den Elementenpaaren sind besonders hervorzuheben die niederen oder Umschlusspaare, bei denen der eine der beiden gepaarten Körper die Hohlform des andern bildet. Es giebt nur drei derartige Paare, das Drehungskörperpaar, d. h. ein Rotationskörper mit seiner Hohlform (z. B. Zapfen und Lager), das Prismenpaar, d. h. ein Prisma mit seiner Hohlform (z. B. Dampfkolben und Dampfcylinder) und das Schraubenpaar, d. h. die gewöhnliche Schraube mit ihrer Mutter. — Höhere Elementenpaare, bei denen die beiden Körper sich nur in Linien oder Punkten, wie bei zwei in einander greifenden Zahnrädern, stützen, giebt es in unbegränzter Zahl. Wichtige Beispiele sind eingehend behandelt.

Häufig werden die kinematischen Paare in der Anwendung nur unvollständig ausgeführt, z. B. von einem Zapfenlager, nur der untere Theil, weil die einwirkenden Kräfte, vermöge der Art ihrer Wirkung, den Paarschluss erhalten, dann heisst das Paar kraftschlüssig. Auch die Stützung bewegungsübertragender Elemente wird durch Kraftschluss herbeigeführt, wie bei Eisenbahnen zwischen Lokomotivrad und Schiene.

Bisher wurden nur feste Körper zu Mechanismen verbunden gedacht, indessen sind die bildsamen Körper nicht auszuschliessen. Namentlich sind die Zugkraftorgane (Seile, Ketten u. s. f.) und die Druckkraftorgane (Flüssigkeiten, Gase, Dämpfe) besonders wichtig in ihrer Paarung mit festen Körpern (beziehungsweise Rolle, Seiltrommel u. s. f. und Cylinder, Röhre u. s. f.), Mechanismen mit Zugkraftorganen stehen entsprechende mit Druckkraftorganen gegenüber. So dem Flaschenzuge die hydraulische Presse, dem Riemenbetrieb von einer Rolle zur andern das hydraulische Gestänge u. s. f.

Aufgabe der kinematischen Analyse ist es, kinematische Vorrichtungen in solche Theile zu zerlegen, welche kinematisch als Elemente anzusehen sind, und die Feststellung der Ordnung, in welcher dieselben zu kinematischen Ketten zusammentreten. Als Beispiel wird die Analysirung der sogenannten einfachen Maschinen vorgeführt. Dabei ergiebt sich, dass Hebel, schiefe Ebene und Schraube mit Mutter die drei niederen Elementenpaare: Hohlkörperpaar, Prismenpaar und Schraubenpaar enthalten, und zwar die beiden ersten meistens in nur kraftschlüssiger Ausführung; dass dagegen Rolle, Rad an der Welle, Keil u. s. w., die in den Lehrbüchern als einfache Maschinen häufig aufgezählt sind, zusammengesetzte

Digitized by Google

Mechanismen darstellen. — Eine weitere Anwendung der Analyse auf das schon oben erwähnte Kurbelviereck führt zu 30 daraus hervorgehenden Mechanismen. — Die Besprechung der weiteren Theile des Werkes wird vorbehalten.

Prof. vom Rath legte mit lebhaftem Dankesausdruck gegen den Geber ein prachtvolles 2870 Gr. schweres Stück des merkwürdigen Meteoreisens von Ovifak in Grönland vor, welches von Prof. A. E. Nordenskiöld dem mineralogischen Museum verehrt worden war. Die Bitte des Vortragenden hatte den muthigen und verdienstvollen Erforscher Grönland's, Spitzbergen's und Novaja-Semlja's auf seiner neuen Entdeckungsfahrt nach den Nordküsten Asiens erst jenseits Tromsö erreicht. Hr. Nordenskiöld zögerte nicht, eine sich ihm darbietende Gelegenheit benutzend, vom »Bord der Jagd Präven auf dem Wege nach Novaja-Semlja« Auftrag nach Kopenhagen zu senden, dass ein dort befindliches, von ihm 1870 heimgebrachtes, »besonders schönes grosses Stück« und ein zweites kleineres »aus dem anstehenden Basaltgang« an den Vortragenden als ein dem Museum gewidmetes Geschenk überschickt würde. Durch diese preiswürdige und der Nacheiferung bestens empfohlene Liberalität ist das Museum nun in den Besitz von Stücken eines der merkwürdigsten Naturkörper gelangt, des Eisens von Ovifak, Südküste der Disko-Insel, nördliches Grönland. — Im Jahre 1870 entdeckte Prof. Nordenskiöld am Meeresstrande an der bezeichneten Stelle auf einem Raume von 50 Quadratmeter 15 grosse Eisenmassen, deren bedeutendste 20000 Kilo wog, also alle bisher bekannten meteorischen Eisenmassen weit übertraf. Noch merkwürdiger als die Grösse der Eisenklumpen ist die ganz unerwartete Thatsache, dass sie ursprünglich in einem Basaltgange, welcher basaltische Conglomeratschichten durchsetzt, eingewachsen waren und lediglich durch Verwitterung aus derselben herausgelöst wurden. Nordenskiöld entdeckte nämlich, wie auch Nauckhoff, welcher im Jahre 1871 mit dem Transport der grossen Eisenmassen betraut wurde, im Basaltgange viele grössere und kleinere Eisenstücke, genau den am Strande liegenden gleich; ferner umschliesst der Basalt Körner von Troilit, eine bisher nie tellurisch, sondern nur in Meteoriten vorgekommene Schwefeleisen-Verbindung (Fe S), sowie Körner und Klumpen von Eukrit, ein gleichfalls unter den Meteorsteinen vertretenes Gestein (z. B. Juvinas, Stannern u. e. a.). Das Eisen von Ovifak, wenngleich durch seine Widmanstätten'schen Figuren und (freilich nicht hohen, 2,65 %) Nickelgehalt seine kosmische Natur offenbarend, ist dennoch recht sehr verschieden von allen andern kosmischen Eisen. Niemals hat sich zuvor ein Meteorit in einem andern irdischen Gesteine eingewachsen gefunden wie es bei den Eisenklumpen von Ovifak der Fall. Dieselben zeigen

Digitized by Google

zwar eingelagerte Lamellen von Phosphornickeleisen und in Folge dess Widmanstätten'sche Figuren. Diese sind aber sehr verschieden von den normalen Streifensystemen der Meteoreisen mit schaliger Zusammensetzung. Besonders unterscheidend ist aber ein hoher Gehalt von Magneteisen, eine Verbindung, welche bisher niemals in kosmischen Eisen gefunden wurde. Ferner ist es ganz befremdlich, dass das Ovifak-Eisen ausser freier Kohle auch chemisch gebundene Kohle enthält, sowie eine kleine Menge von Arsenik. Das in Rede stehende Eisen nebst den theils dem Eisen beigemengten, theils isolirt vom Basalt eingeschlossenen Körnern von Troilit und Eukrit ist von den hervorragendsten Meteoriten-Forschern untersucht worden; sie stimmen der Auffassung Nordenskiöld's zu, dass die Eisenmassen wirklich meteorisch sind, dass sie von dem grossartigsten Meteoritenschwarm, den die Welt gesehen, herrührend, in eine grade feurigflüssig emporsteigende Basaltmasse hineingestürzt sind. Dennoch sprechen mehrere Thatsachen, wie auch jene Forscher nicht verkennen, gegen den kosmischen und für einen tellurischen Ursprung. So lagen nach Nauckhoff's Bericht die Blöcke stets derart im Basaltgange eingewachsen, dass ihre Längsaxe der Erstreckung des Ganges parallel war; auch sind die grossen Blöcke stets durch schmale Adern verwitterten Eisens so zu sagen verbunden. Wie soll man ferner erklären, wenn wirklich die Massen vom Himmel gestürzt sind, dass neben und in gleicher Höhe mit einer Eisenmasse von vielen ja von mehreren hundert Centnern Gewicht kleine Körnchen und Flitter von Eisen und Troilit liegen? Die ungeheuren Eisenklumpen hätten doch — welches auch die Plasticität des Basalts sein mochte — tiefer in denselben eindringen müssen als die nur liniengrossen Körnchen. Sollten die Ovifaker Eisenmassen wirklich irdisches Eisen sein, so wären sie noch weit merkwürdiger: der erste thatsächliche Beweis, dass in der Tiefe der Erde metallisches Eisen vorhanden. Es würden dann der Magnetismus der Erde und ihr hohes specif. Gewicht nicht mehr unerklärlich erscheinen und es würde eine Analogie der Erde mit den von Zeit zu Zeit aus den Tiefen des Weltraums auf sie stürzenden Meteoriten nicht länger vermisst werden [1]).

Derselbe Vortragende legte dann eine merkwürdige wassergefüllte Chalcedon-Mandel aus Brasilien, im Besitze des Mineralienhändlers Hrn. Höfer in Nieder-Lahnstein, vor. Dies seltene Gebilde besitzt eine flache Mandelgestalt, ist 45 Mm. lang, 35 Mm.

1) Nach einer gefälligen mündlichen Aeusserung des Hrn. Prof. Websky liessen sich die räthselhaften Eisenblöcke von Ovifak vielleicht noch durch eine dritte Annahme erklären, nämlich durch Einwirkung von feurigflüssigem Basalt auf Braunkohlenflötze und Eisenerze führende Tertiärschichten.

Digitized by Google

breit, 15 Mm. dick. Der Chalcedon besteht aus lauter concentrischen Scheibchen und kleinen Kugeln, ganz ähnlicher Art wie v. Buch sie als Versteinerungsmittel gewisser Ostreen in einer eigenen Abhandlung beschreibt. Die Mandel stellt eine nur dünne Schale dar, welche nach aussen durch jene erwähnten concentrischen Scheibchen rauh, innen aber — wie man aus der leichten Beweglichkeit der Flüssigkeit schliessen möchte — glatt ist. Die Flüssigkeit erfüllt den innern Raum etwa zu drei Vierteln und scheint, namentlich am scharfen Rande fast unmittelbar bis an die Peripherie zu reichen, so dass hier die Schale kaum 1 Mm. Dicke erreicht. Die Bewegung der Luftblase, ihr hörbares Anschlagen gegen die Wandungen bewirken, dass man den Stein immer wieder mit neuer Bewunderung in die Hand nimmt [1]).

Aehnliche Wassersteine waren bereits den Alten bekannt, wie Plinius, der sie unter dem Namen Enhydros aufführt, bezeugt. Ihr Fundort ist bei Vicenza.

Einen Enhydros aus Brasilien (Provinz Rio grande do Sul) beschrieb D. F. Wiser (N. Jahrb. f. Mineralogie 1872. S. 192). Auch der Wiser'sche Chalcedon hat die Form einer flachen Mandel, Länge 70 Mm., Breite 40 Mm., Dicke 10 Mm., graulichweiss, halbdurchsichtig, tropfsteinähnlich. »Die Flüssigkeit bewegt sich beim Drehen längs der ganzen Peripherie; es könnte damit etwa ein Fingerhut gefüllt werden.« Beide Enhydren sind einander offenbar höchst ähnlich und müssen von derselben Fundstätte herrühren.

Prof. vom Rath legte dann die werthvolle Arbeit, »Geognostisch-chemische Mittheilungen über die neuesten Eruptionen auf Vulkano und die Produkte derselben« (Abdr. aus d. Ztschr. d. deutschen geolog. Gesellsch. 1875) vor, welche durch vortreffliche Zeichnungen illustrirt wird. Unter den Erruptionsprodukten des Vulcano-Kraters ist am merkwürdigsten eine weisse Asche, welche am 7. Sept. 1873 in solcher Menge ausgeschleudert wurde, dass die Insel Vulcano mehrere Centim. hoch davon bedeckt war. Ja auch auf der Insel Lipari wurde der Niederfall der weissen Asche beobachtet. Dr. Baltzer ermittelte, dass die weisse Asche zum allergrössten Theil aus Kieselsäure besteht, deren Gehalt er auf 95,8 und in einem zweiten Fall auf 93,2 % der geglühten Substanz bestimmte. Den Glühverlust, welcher vorzugsweise aus Schwefel besteht, fand er 4,53 bis 5,95 %. Dr. Baltzer erklärte diese Asche für Tridymit. Der Vortragende berichtigte diese Ansicht, indem er nachwies, dass die weisse Asche genau so zusammengesetzt sei wie

---

1) Die oben erwähnte wassergefüllte Chalcedonmandel ist seitdem, Dank der Freigebigkeit des Hrn. G. Seligmann jr. in Coblenz, dem naturhistorischen Museum verehrt worden.

Digitized by Google

die zersetzten Trachyte (Rhyolithe), welche die Fumarolenwandungen bilden und in losen ausgeschleuderten Blöcken den Kraterboden bedecken. Die weisse Asche ist genau so wie die graue Asche mit 73 % Kieselsäure zu deuten, d. h. als entstanden durch Zertrümmerung und Zerstäubung fester oder flüssiger Trachyt- und Lavamassen.

Dr. Gurlt sprach über die vulkanischen Spaltensysteme auf Island und legte eine darauf bezügliche Arbeit »Islands Vulkanlinien« von Prof. Dr. Theodor Kjerulf in Christiania vor. Man unterscheidet vier Systeme, nämlich die Eruptionsspalten der Vulkane, längs welchen die thätigen Kratere entstehen, dann die oft meilenlangen Thalschluchten, gjaa genannt, die Spalten, auf denen die Geysire und Solfataren entspringen und endlich die Spalten der älteren Gänge. Die Systeme fallen grösstentheils in ihren Richtungen mit einander zusammen und haben an den Kreuzungspunkten die stärksten und anhaltendsten Ausbrüche begünstigt, deren Richtung in den letzten 1000 Jahren von W. nach O. allmählich fortgeschritten ist.

Oberbergrath Fabricius besprach unter Vorlegung einer risslichen Darstellung die Erdbewegungen und Abrutschungen auf dem bei der Stadt Caub im District Kalkgrube gelegenen Berggehänge, welche schon seit längerer Zeit beobachtet wurden, aber erst in den letzten Jahren in solchem Umfange hervorgetreten sind, dass Massregeln zum Schutze des gefährdeten Stadttheiles ergriffen werden mussten. Das Rheinthal ist bei der Stadt Caub in die Schichten des rheinischen Schiefergebirges so scharf eingeschnitten, dass auf der rechten Stromseite nur eine schmale Uferfläche vorhanden ist, auf welcher längs des Rheins die Stadt erbaut werden konnte. Die hintere Häuserreihe steht schon auf dem Fuss des Berggehänges, welches unter einem Winkel von 35 Grad bis zu einer Höhe von 500 Füss ansteigt und vielfach mit Weinbergen bedeckt ist. Die Schichten des Schiefergebirges zeigen normale Lagerung, bei einem Streichen von Nordost gegen Südwest ein mässiges Einfallen gegen Südost; sie bestehen vorwiegend aus Thonschiefer, in welchem Dachschieferlager aufsetzen, haben aber eine wechselnde Festigkeit. So erheben sich in der der Stadt Caub gegenüberliegenden Insel, wo die Pfalz steht, feste Schieferbänke aus dem Strombett, und in der Nähe des untern Stadttheiles liegt die Burg Guttenfels auf festen Schiefer- und Sandsteinfelsen. Dicht bei derselben und in der Nähe der Mitte der Stadt befindet sich der in Bewegung stehende Theil des Berggehänges, welcher vom oberen Rande abwärts bis in die Nähe der hinteren Häuserreihe reicht, bei einer Länge von etwa 1000 Fuss eine Breite von 2 bis 300 Fuss, und

Digitized by Google

einen Flächeninhalt von 7 bis 8 Morgen besitzt. An dieser Stelle besteht das Berggehänge aus einem oberen und einem unteren steilen Absturz, zwischen welchen eine weniger geneigte Fläche liegt. Diese ganze Fläche ist in einer langsamen, abwärts gerichteten Bewegung begriffen, welche an den Abstürzen besonders merkbar hervortritt, da dort in den Gebirgsschichten Querspalten und Senkungen entstehen und die sich lösenden Felsblöcke abwärts rollen und Schuttmassen bilden. Die Bewegung an der Oberfläche ist überdies eine so ungleiche, dass stellenweise sich die Schichten steil aufrichten und manche Weinberge in horizontaler und verticaler Richtung derartig gegeneinander verschoben sind, dass ihre ursprüngliche Begränzung verschwunden ist. Das in solcher Bewegung befindliche Terrain wird von mehreren Gebirgsklüften begränzt, welche die Schieferschichten durchsetzen und derartig gegeneinander geneigt sind, dass auf ihnen ein abgelöstes Gebirgsstück von keilförmiger Form ruht. Die Kreuzlinie dieser Klüfte ist nach der Richtung des Berggehänges, aber weniger stark als dieses geneigt, während die Ausfüllungsmasse der Klüfte aus zähem Letten besteht, durch welchen Wasser nicht dringen kann. Das in der Nähe dieses Terrains und auf ihm selbst aus der Atmosphäre niederfallende Wasser durchdringt das zerklüftete Gestein des Gebirgskeils und sammelt sich auf den Kluftflächen, wodurch die Fortbewegung des Gebirgskeils veranlasst wird. Bei mangelndem Abfluss spannt sich das Wasser und vermehrt den Druck und die Bewegung der Massen, während durch letztere wiederum Theile der Schichten abgelöst und zerrieben werden, die mit den Tagewassern durch die Gesteinsspalten bis auf die Klüfte niedersinken und deren Ausfüllungsmasse vermehren.

Schliesslich gab Prof. Troschel Nachricht über die von L. Agassiz eingerichtete Anderson School auf der Insel Penikese an der Küste von Massachusetts, welche zum Zweck hat, Lehrer und Lehrerinnen für den naturgeschichtlichen Unterricht auszubilden.

Medicinische Section.

Sitzungen vom 19. und 26. Juli.

Vorsitzender: Prof. Binz.

Anwesend: 20 Mitglieder.

Professor von Leydig und Dr. Nussbaum werden als ordentliche Mitglieder aufgenommen.

Herr Stein spricht über die lithionhaltige Quelle zu Birresborn bei Gerolstein.

Digitized by Google

Dr. von Mosengeil spricht über paretische Beeinflussung der Motilitätssphäre durch Gemüthsbewegung.

Dr. Kuhlmann spricht über lokale Behandlung der Diphtherie; er hält für eine wichtige Indication die Beschränkung der Entzündung und befürwortet die von anderer Seite verworfene Anwendung von Eis. Dasselbe beschränke am besten die Entzündung, halte die Fortpflanzung der Micrococcen auf und erschwere den Eintritt derselben in die Blut- und Lymph-Bahnen.

Eine Lösung der Membran auf chemischem Wege sei insofern anzurathen, als hierdurch ein geeignetes Substrat für die Fortpflanzung der Micrococcen zerstört werde; der Gefahr, dass hierdurch das Gewebe des Epithels beraubt und für die Micrococcen permeabler werde, begegne man am ehesten durch direkt erfolgende Desinfection; am geeignetsten habe sich eine 1% Lösung von Carbolsäure in Kalkwasser erwiesen und zwar Berieselungen der Mundhöhle mittelst des Richardson'schen Apparates.

Prof. Doutrelepont legte Steine vor, welche er durch die Sectio lateralis einem 33jährigen Manne aus Barmen entfernt hat. Patient, Vater von zwei Kindern, gibt an, schon als Knabe an Harnbeschwerden gelitten zu haben, welche hauptsächlich in häufigem Harndrang, zuweilen in Harnincontinenz bestanden. Heftige Schmerzen will er nie gehabt haben, wesshalb er auch keine ärztliche Hülfe nachsuchte. Erst im Jahre 1873 consultirte er einen Arzt, der zur Operation rieth. Er konnte sich jedoch nicht dazu entschliessen, „da die Beschwerden nicht so gross waren." Zuweilen trat plötzliche Urinverhaltung ein, welche jedoch durch einen Druck am Damme gegen die Blase hin immer verschwand. In den letzten vier Wochen vor der Operation, in welcher Zeit er Sitzbäder nahm und Neuenahrer Wasser trank, befand er sich so wohl, dass er nur alle 3 bis 4 Stunden die Blase zu entleeren brauchte.

Patient wurde am 25. Juni d. J. ins evangelische Hospital aufgenommen. Bei der Untersuchung, welche schmerzlos war, stiess die Steinsonde im Blasengrunde gleich auf einen platten, hartscheinenden grossen Stein. Am 28. Juni wurde Patient chloroformirt und die sectio lateralis auf die gewöhnliche Weise ausgeführt. Nach Eröffnung der Blase entdeckte der untersuchende Finger, dass mehrere Steine vorhanden waren. Der in der Blasenwunde vorliegende Stein wurde mit der Zange gefasst und verhältnissmässig leicht entfernt. Er war platt, und zeigte zwei grosse Facetten. Er war 3,6 Cm. lang, 2 Cm. dick und 3 Cm. breit, und wog nachdem er getroknet war, 24 Gramm.

Nach Entfernung dieses Steins wurde ein zweiter Stein mit

Digitized by Google

der Zange gefasst; er liess sich jedoch weder mit der Zange noch mit dem Löffel durch die Wunde, welche offenbar, obschon diese erweitert wurde, zu klein war, entwickeln. Da der Stein mit der Zange sehr fest gefasst und in der Tiefe der Wunde sichtbar war, entschloss sich D. ihn in der Zange mit Meissel und Hammer zu zertrümmern, was auch nach verschiedenen Hammerschlägen gelang. Ein kleiner ovaler, ungefähr 2 Cm. langer Stein, fiel mit andern Stücken aus der Wunde; derselbe war, wie sich herausstellte, der Kern des grossen gewesen. Bei Entfernung anderer Trümmer mit dem Löffel und Zange kam ein dritter Stein zum Vorschein, der wieder mit der Zange entfernt werden konnte. Er sah dem ersten ähnlich, war 3 Cm. lang, 3 Cm. breit und 2,5 Cm. dick, wog 28,5 Gramm und hatte 2 Facetten. Durch den Löffel und Ausspritzungen der Blase wurden die weiteren Trümmer des Steins sorgfältig entfernt. Die gesammelten Stücke, welche kaum die Hälfte des Steins ausmachten, wogen noch 64 Gramm, so dass dieser Stein wenigstens 120 Gramm gewogen haben mag. Die Blase und Wunde wurden, nachdem man sich überzeugt hatte, dass weder Stein, noch Steintrümmer mehr vorhanden waren, durch Carbolwasser ausgespühlt und vor die Wunde zum Aufsaugen des ausfliessenden Harns ein dicker Schwamm gelegt, welcher häufig in 5 % Carbollösung ausgewaschen wurde.

Die Operation hatte, wegen der Schwierigkeit die Steinfragmente zu entfernen, längere Zeit gedauert. Nichts destoweniger wurde sie sehr gut vertragen. Die Heilung ging schnell und gut vor sich, nur am 3. Abend nach der Operation zeigte Patient eine Temp. von 38,8° C., sonst war die höchste Temp. 38,2, am 10. Tage war sie schon unter 38° und blieb Patient von da ab fieberfrei. Am 16. Tage kamen zuerst einige Tropfen Urin aus der Harnröhrenmündung.

Am 18. August wurde Patient aus dem Hospitale entlassen, nachdem er gelernt hatte selbst sich den Urin durch einen Nelatonschen Katheter zu entleeren. Es blieb am Damme nur eine kleine Fistel, aus der sich nur noch von Zeit zu Zeit einige Tropfen Urin entleerten. Die chemische Untersuchung der Steine hat ergeben, dass sie hauptsächlich aus kohlensaurem Kalk mit etwas phosphorsaurer Ammon-Magnesia bestehen. Harnsäure findet sich nur in der Mitte des kleinen ovalen Steins, dem Kern des zermeisselten grossen Steins, sonst liess sie sich nirgends nachweisen. Oxalsäure konnte nicht aufgefunden werden. Organische Materie war nur in sehr geringer Menge vorhanden.

Dr. Walb berichtet über eine von ihm beobachtete eigenthümliche Verletzung des nervus ulnaris. Ein Stu-

Digitized by Google

dent, mit Fechtübungen beschäftigt, empfindet plötzlich beim Schlagen einer Tiefquart einen heftigen Schmerz und muss den Arm kraftlos sinken lassen. Die unmittelbar nachher angestellte Untersuchung ergab Anästhesie in den zwei letzten Fingern der rechten Hand, grosse Schmerzhaftigkeit bei den Beuge- und Streckbewegungen des Arms, sowie die Existenz eines circumscripten Blutextravasates oberhalb des n. ulnaris in der Rinne zwischen Olecranon und condyl. internus, der Nerv selbst war deutlich durchzufühlen, jede Berührung äusserst schmerzhaft. Es wurde die Diagnose auf Zerrung des n. ulnaris gestellt, Ruhe und kalte Bleiwasserumschläge verordnet. Unter ihrer Anwendung verlor sich das Gefühl von Taubheit in den nächsten 24 Stunden und war der Arm nach 8 Tagen wieder brauchbar. Mehrere Wochen nachher wiederholte sich derselbe Vorgang. Diesmal jedoch konnte die wahre Sachlage erkannt werden, indem die Ocularinspection und Durchtastung ergab, dass der n. ulnaris aus der Rinne über den condyl. int. herüber gehebelt worden und als scharf markirter Strang unter der Haut zu sehen und zu fühlen war, an dem vom Patienten in Beugestellung ängstlich an den Leib gedrückten Arm. Der einfache Druck des Daumens unter gleichseitiger Streckung des Armes genügte zur Reposition. Dabei fühlte Patient einen heftigen Ruck durch den Unterarm. Der Nerv selbst war auf eine grössere Strecke hin geschwollen und verdickt (Blutextravasat zwischen die Bündel?), die Anästhesie des 4. u. 5. Fingers hielt einige Tage an und war der Arm mehrere Wochen unbrauchbar. Es wurde diesmal für längere Ruhestellung gesorgt, um eine Verwachsung des Nerven an richtigem Ort wieder herbeizuführen.

Prof. Koester berichtet über eine Abhandlung des Dr. C. F. Wahlberg in Helsingfors über Bindegewebe und Entzündung: studier om hinncellernas förhållande under inflammations-processen. Helsingfors 1875.

Verf. gibt zunächst eine historische Darstellung der Bindegewebslehre von Schwann bis auf die heutigen Tage und schliesst sich durch eigene Untersuchungen den neueren Auffassungen Ranvier's, Key's und Retzius' an. Auch der zweite Theil der Abhandlung wird durch eine längere historische Darlegung der Entzündungslehre von Vogel bis heute eingeleitet und schliesst ab mit neuen experimentellen Untersuchungen über Entzündung der Gehirnhäute, speciell der pia mater. Verf. findet zwar einige Tage nach Aetzung derselben durch Essigsäure an den Bindegewebszellen („Häutchenzellen") Veränderungen, die in einer protoplasmatischen Anhäufung um den Kern und Kerntheilungserscheinungen gipfeln, konnte sich jedoch nie von einer weiteren activen Betheiligung derselben an der Entzündung überzeugen. Die Zellen gehen vielmehr

Digitized by Google

durch fettige Degeneration zu Grunde und mit ihnen auch die von ihnen umhüllten Bindegewebsbündel.

Endlich macht Verf. Studien über Regeneration des Bindegewebes an durchschnittenen Sehnen. Auch hier leisten die Häutchenzellen nichts zur Neubildung, wohl aber findet man Uebergangsformen von weissen Blutkörperchen zu Häutchenzellen, woraus hervorzugehen scheint, dass letztere aus ersteren sich entwickeln.

Zahnarzt Dr. Dieffenbach stattet folgenden Bericht nebst Demonstration ab: Herr Geheimrath Prof. Dr. Busch schickte mir eine seiner Patientinnen zu, um derselben eine künstliche Nase anfertigen zu lassen. — Nach genauer Prüfung fand ich, dass in diesem speziellen Fall nicht nach der bekannten Methode verfahren werden konnte, um der Nase den nöthigen mechanischen Halt zu verschaffen, da durch eine vorangegangene Nekrose das Os vomer sowie ein bedeutender Theil des Processus alveolaris abgetragen werden musste, so dass ein Substanzdefect des Kieferrandes, der von dem ersten kleinen Backenzahn rechter, bis zu dem Augenzahn linker Seite, in der Breite von $1^1/_2$ Ctm. sich erstreckte, entstanden ist. Es blieb nur noch ein faseriger bandartiger Streifen übrig, der von einer Seite des Kiefers bis zur andern eine Brücke bildend hinüber reichte. Die Stelle, wo die künstliche Nase sich anschliessen sollte, war ebenfalls ungünstig, da weder eine Vertiefung noch eine Hautfalte zurück geblieben, desshalb ein genauer Anschluss erschwert wurde, weil die Anschlussstelle eine glatte ebene Fläche darbot. Unter solchen Verhältnissen war es geboten, einen ausser-gewöhnlichen Halt zu erzielen, um der Nase einen von vorn nach rückwärts wirkenden Halt zu verschaffen, damit der Anschluss so viel als möglich unsichtbar werde. — Durch folgendes Verfahren ist es mir nun gelungen, beide Substanz-Verluste wieder so herzustellen, dass die Aussprache der Patientin wieder verständlich geworden. Nachdem ich eine Platte nach physikalischen Grundsätzen angefertigt, brachte ich an dieselbe einen Fortsatz (Obturator), welcher durch die entstandene Oeffnung zwischen der faserigen Brücke und dem harten Gaumen (Ossa palatina) durchpassirte und sich etwas nach vorn neigend bis zu der Höhe reichte, wo das Os vomer die Nasenhöhle theilt. An dieser Stelle habe ich eine Mutterschraube in den Obturator etwas versenkt angebracht. Nachdem der Obturator eingesetzt, trat die Mutterschraube soweit aus der Nasenöffnung hervor, dass eine Schraube von $1^1/_2$ Ctm. Länge, die an ihrem Ende ebenfalls mit einer Mutter versehen war, in die Mutterschraube des Obturators eingeschraubt wurde, wodurch die Stellung der Nase fixirt werden konnte. Die Nase konnte nun durch eine in derselben befindliche Stellschraube mit der in den Obturator eingeschraubten, an ihrem Ende versehenen Mutter vermittelst eines Schrauben-

Digitized by Google

schlüssels durch die Nasenöffnung angeschraubt werden und zwar so, dass Patientin dieselbe selbst an- und abschrauben kann.

Major Vogel: Zu den Untersuchungen über Schussverletzungen und die Wirkung der modernen Handfeuerwaffen bei Schüssen aus grosser Nähe. Die Humanitätsbestrebungen, welche in der neuesten Zeit, mehr wie je auch auf den Kriegsschauplätzen wirksam geworden und darauf gerichtet sind, schnell und ausreichend Linderung und Hülfe zu bringen und die Leiden und Schrecken des Krieges möglichst einzuschränken, haben auch darin eine dankenswerthe Aufgabe erkannt, über die ärztliche Diagnose der Verwundungen hinaus, auf die Ursachen ihrer Besonderheit zurückzugehn, mit der ausgesprochenen Absicht, einer durch die Niederkämpfung des Feindes nicht gebotenen Anwendung von grausamen und vernichtenden Kampfmitteln entgegen zu treten.

Man möchte nicht bloss die geschlagenen Wunden heilen, sondern dazu beitragen können, dass sie von vornherein humaner und heilbarer geschlagen würden.

Deshalb begnügt man sich nicht, zum Zweck der Heilung zu untersuchen, wie die Wunden beschaffen sind, man will auch wissen, wie sie entstanden sind.

Wenn das Streben, welchem diese Untersuchungen dienen sollen, vorläufig auch noch zu den frommen Wünschen gerechnet werden muss, es bleibt verdienstlich und ist nicht ohne Berechtigung und nicht aussichtslos [1]).

Schon die Ausschliessung kleiner Explosionsgeschosse bezüglich lebender Ziele, ist ein grosser Erfolg, an den sich andere anreihen können, und man darf wohl daran denken, Geschosse von

---

1) Neben der Absicht zu vernichten bestand zu allen Zeiten der Wunsch zu erhalten und zu retten, eine Art von Humanität war stets in der Nähe des Kampfes und namentlich im Gefolge des Soldaten, aber die Humanität ist mächtiger und wirksamer geworden. Früher brach sie vereinzelt und ungeregelt aus den Herzen hervor und erstarkte nur allmählich zur Sitte und Kriegsmanier, jetzt rückt sie organisirt und mit internationalen Rechten ausgerüstet mit ins Feld und pflanzt in der Nähe des tobenden Kampfes ihre Fahne auf. Seitdem sich nach dem Princip der Arbeitstheilung auch auf dem Schlachtfelde die verschiedenen Bestrebungen castenmässig immer vollständiger gesondert haben, sind ihre Leistungen gesicherter und ausreichender, sie selbst eine moralische Macht geworden, die sich, neben der Aufgabe, die Leiden möglichst schnell zu lindern, die weitere stellen darf, ihnen vorzubeugen, wenigstens einer nicht gerechtfertigten Intensität entgegen zu wirken. Der Kämpfer, dem die humaniora abgenommen sind, ist freier, seine Aufgabe einfacher geworden, er braucht sich um die Gefallenen nicht zu kümmern, ihm folgen die, welche aufzurichten suchen.

Digitized by Google

den Gefechtsfeldern zu verbannen, welche die Vernichtung weiter treiben, als die Erreichung des Kriegszweckes es erfordert [1]).

Die Achtung, welche man den Fahnen zollt, die über Lazarethen und Verbandplätzen flattern, die stundenweise Waffenruhe nach heissen Kämpfen und die gleiche Behandlung von Freund und Feind, so bald sie hülfsbedürftig sind, bezeugen, dass die Humanität auch auf den Schlachtfeldern Anerkennung findet.

Die Geschosse der Handfeuerwaffen mussten zunächst und schon deshalb die Aufmerksamkeit auf sich ziehn, weil grade darin in der neuesten Zeit eine grosse Mannigfaltigkeit zu Tage getreten ist und grade hier segensreiche Modificationen möglich erscheinen und bei der massenhaften Verwendung besonders wünschenswerth sind.

Die Verbandplätze und Lazarethe auf und bei den Gefechtsfeldern in der Krim, in Italien, Schleswig, Oesterreich und Frankreich boten Gelegenheit, auf dem Gebiet der Schussverletzungen die ergiebigsten Beobachtungen zu machen und bezüglich der Wirkungen der verschiedensten zur Verwendung gekommenen Schusswaffen und Geschosse die reichsten Erfahrungen zu sammeln. Diese Gelegenheiten sind nicht unbenutzt geblieben und die gemachten Erfahrungen und gewonnenen Resultate wurden nicht blos den geweihten Kreisen, sondern allen Menschenfreunden zur Verfügung gestellt und können den angedeuteten Humanitätsbestrebungen dienstbar werden.

Aber Abhülfe ist nur möglich, wenn die wahren Ursachen des bekämpften Uebels erkannt und richtig gewürdigt werden.

In dieser Beziehung haben die uns hier mitgetheilten Beobachtungen und Erfahrungen, welche unmittelbar auf den Schlachtfeldern gesammelt und durch interessante Versuche vervollständigt worden sind, um die Wirkung der modernen Infanteriegewehre bei Schüssen aus grosser Nähe festzustellen und zu erklären, ein hohes Interesse [2]).

Im Allgemeinen wurden im Kriege gegen Frankreich, bei Schüssen aus grosser Nähe, grössere Verwüstungen durch Infanteriegeschosse constatirt und diese gegen sonst auffallende Wirkung dem bei den Franzosen zur Verwendung go-

---

1) Diese gewissermassen prophylaktische Humanität ist auch früher schon in einzelnen Heeren zur Geltung gelangt. In der Explication der Kaiserl. Kriegs-Articul. Carls VI. (Wien und Brünn 1734) heisst es S. 76: »Im Feld seine Patron-Taschen jederzeit mit 24 Patronen, etliche Lauf-Kuglen oder Pfosten versehen haben, jedoch gegen den Christlichen Feind keine Drat-Kugel und niemahl vergiffte, gläserne oder dergleichen, dann dieses wider die Kriegs-Manier ist.«

2) Sitzungsberichte d. niederrh. Gesellsch. für Natur- und Heilkunde in Bonn für 1873 S. 207 f., 1875 S. 57 f., 86 f., 97, 108, 248, 258 f.

Digitized by Google

kommenen Chassepot-Gewehr in Rechnung gestellt. Es zeigten sich namentlich: Explosionserscheinungen und weit gehende Zertrümmerungen bei Schüssen durch den Schädel und durch die grossen Röhrenknochen, kegelförmig erweiterte Schusscanäle und Auseinanderreissen der Gewebe, Ausbreitung losgelöster Geschosstheile und seitliches Fortschleudern von Knochensplittern.

Die Erklärung dieser auffallenden und zum Theil jedenfalls neuen Erscheinungen wurde gefunden: in der grossen Percussionskraft, in der vehementen Rotation und in den Abschmelzungen der verwendeten Geschosse.

Um die Antheile der zusammenwirkenden Kräfte getrennt festzustellen und den Hauptübelthäter herauszufinden, wurden Versuche angestellt, welche die Wirkungen der Percussionskraft, der Rotation und der Abschmelzungen gesondert darzustellen geeignet schienen: es wurden Kugeln verwendet, welche nicht rotiren und nicht schmelzen. Eiserne Kugeln aus einem Lefaucheux-Gewehr brachten im Knochen einen neuen Schusscanal hervor.

Es wurde ferner festgestellt, dass ein rotirendes Chassepotgeschoss in den Weichtheilen eine kegelförmige Wunde mit kleinem Einschusse und grossem Ausschusse erzeugt. Die Frage, ob ferner die Centrifugalkraft allein es ist, welche die Schüsse auf Gelenkenden so zerstörend macht und ob nicht die abgehenden Sprengstücke relativ unschädlich sind, wurde dadurch entschieden, dass auf sehr feste Objecte gefeuert wurde, welche der Wirkung des hydraulischen Druckes durch Entfernung der eingeschlossenen Masse entzogen waren. Es ergab sich, dass die Abschmelzungen auch einer nicht rotirenden Kugel furchtbare Verwüstungen anrichteten.

Weitere Versuche waren darauf gerichtet, die Art und das Maass des Zusammenwirkens der Propulsions- und Rotationskraft nachzuweisen. Sie ergaben, dass das Zusammentreffen der Percussions-Kraft mit der Rotation des Geschosses noch deshalb in weiterem Umfange verderblich wirken muss, weil der zermalmende Stoss zugleich zerstörende Abschmelzungen erzeugt, welche mit den umgebenden Theilen in die Rotation hineingerissen, die angerichtete Verwüstung noch ausgedehnter machen. Es wurde nämlich festgestellt, dass die Abschmelzungen einer rotirenden Kugel, wie die Kugel selbst rotiren und durch die Centrifugalkraft die berührten Theile auseinanderwerfen. Die Schmelzproducte wirken, unter Umständen, wie eine Ladung Schrot oder gehacktes Blei.

Es treten also die Abschmelzungen oder Zertrümmerungen eines Theils des Geschosses, als dritter Factor der beobachteten Verwüstungen, zu der Propulsions- und Rotationskraft hinzu.

Dem Wirken und unter verschiedenen Modificationen stattfindenden Zusammenwirken der genannten Kräfte und Stoffe sind

Digitized by Google

die beobachteten auffallenden Schussverletzungen zugeschrieben worden.

Der gegebenen Erklärung steht, wie ein Problem, die Wahrnehmung und Anführung gegenüber, dass diese Art der Verwundungen erst jetzt aufgetreten ist, obgleich die bezeichneten Ursachen auch früher vorhanden waren und dass dieselben Kräfte nicht bei allen Gewehren die gleiche Wirkung zeigen.

Wenn wir daran festhalten wollen, dass zunächst als Hauptursache der beobachteten Verwüstungen die gewaltige Percussionskraft und die Rotationsgeschwindigkeit und weiter ein sich ablösender Theil des Geschosses angesehen werden müsse, wenn der geschilderte Vorgang der Wirklichkeit entspricht, dass der einfache nach allen Seiten hin fortgepflanzte Stoss der Kugel zermalmend wirkt und gleichzeitig Abschmelzungen erzeugt, welche mit den durchbohrten Weichtheilen oder Knochensplittern von der Rotation erfasst, in tangentialer oder radialer Richtung fortgeschleudert werden, so würden wir zu der Annahme genöthigt sein, dass auch die Geschosse aus andern Gewehren, bei denen die angegebenen Vorbedingungen vorhanden sind, gleichartige, den beschriebenen ähnliche Verwundungen hervorbringen können und müssen. Wir würden das Auftreten derselben nicht auf die neueste Zeit beschränken können und die beobachteten Zerstörungen nicht lediglich einer Klasse von Gewehren oder einem vorzüglichen Repräsentanten derselben zur Last legen dürfen, sondern annehmen müssen, dass solche Verwundungen, wie sie jetzt vorgekommen sind, auch früher gewöhnlich waren, dass ihre Eigenthümlichkeiten entweder übersehen oder nicht beachtet wurden und dass nicht die Wunden, sondern die Beobachtungen anders geworden sind.

Insofern hier aber von neuen Erscheinungen die Rede ist, können sie nicht in bereits früher wirkenden Ursachen ihre Erklärung finden. Besondere Wirkungen, die wir den neuen Gewehren zuschreiben müssen, können nicht an Eigenthümlichkeiten und Vorzügen haften, welche den alten und neuen Gewehren gemeinsam sind.

Wir werden deshalb nicht in der Construction des Rohrs, in den Zügen und im Drall nach den Ursachen der beschriebenen Verwüstungen suchen, weil Züge und Drall keine neuen Erfindungen sind. — Ich bezweifle aber auch, dass wir sie in der neuen Art der Zündung, in der Expansion, Stauchung und Compression der Geschosse oder in dem System der Hinterladung finden werden.

Sie sind in einer **Steigerung** der wirkenden Kräfte gesucht und gefunden worden.

Digitized by Google

Eine solche Steigerung der von der Construction des Rohrs, der Zündung und dem Verhalten des Geschosses beeinflussten Kräfte würde allerdings als neues Agens gelten und neue, veränderte Wirkungen hervorrufen können, aber sie ist nicht vorhanden; auch würde sie das Problem nicht lösen, da, wie später gezeigt werden soll, mit der grösseren Kraft nicht auch nothwendig eine grössere Zerstörung verbunden ist [1]).

Die Voraussetzung, dass den Geschossen der neuesten Handfeuerwaffen eine grössere Kraft, als den älteren, inne wohne, kann nicht zugegeben werden; es lässt sich vielmehr erweisen, dass die beschuldigten Kräfte resp. Stoffe auch früher in gleichem, oft höheren Grade vorhanden und in grosser, selbst von dem Chassepot nicht erreichter Rührigkeit wirksam gewesen sind.

Sowohl bezüglich der Propulsionskraft, als der Rotationskraft der Geschosse werden die älteren Gewehre nicht immer erreicht und äusserst selten übertroffen.

Die Gesammtkraft der früher verwendeten Geschosse war grösser, weil im Allgemeinen die Ladung stärker war und ein günstiges Verhältniss der Arbeitsleistung des Pulvers und des Bleigewichts zum Widerstande bestand [2]).

Die beiden Factoren der Kraftäusserung: Geschwindigkeit und Gewicht der bewegten Masse, waren bedeutender.

Die älteren Geschosse hatten grössere Anfangsgeschwindigkeit und mehr Bleigewicht.

Bei den Rundkugeln war die positiv und relativ stärkere Ladung, bei den Spitz- und Expansionsgeschossen die Elasticität für Entwickelung und Verwerthung grosser Kraft überwiegend und bei

---

1) Die Kraft der älteren Geschosse war genügend: auf 100—150 Met. c. 25 bis 37,5 Ctm. Tannenholz zu durchschlagen und bei einer Schwere von 30—40 Gr. auf 1000—1200 Met. Entfernung einen Mann ausser Gefecht zu setzen.

Die Schweizer Geschosse (Versuche zu Basel 1862) durchschlugen auf 600 und 750 Met. = 10,5 bis 12 Ctm. Tannenholz und das

Podewils-Geschoss durchschlug einzöllige Bretter noch völlig regelrecht auf 1875 Met. (2500 Schr.) und drang auf 2325 Met. (3100 Schr.) noch 8 Ctm. in die Erde ein.

2) Die Ladungen betrugen:

Bei Rundkugeln	(25—30 Gr.)	c. 8—10 Gr.	33 %.
» Expansionsgesch.	(30—40 »)	4— 5 »	9—12 %.
» Compressivgesch.	gesteigert bis zu		27 %.

Bei den soliden Geschossen der Hinterlader ist die Ladung in ähnlichem Verhältniss gesteigert worden und beträgt für das Zündnadelgeschoss von 31 Gr. Gewicht 4,8 bis 4,9 Gr., also 16 %. für das Chassepot » 24,5 » » 5,5 » » 22 %.

Digitized by Google

allen bestand ein zweckmässiges Verhältniss des Durchschnitts zum Pulver und zum Bleigewicht.

Die 26—30 Gr. schweren Rundkugeln wurden mit $^1/_3$ kugelschwerer Ladung, bei einem Spielraum von 0,5 bis 1,2 Mm., aus Gewehren von 17—18 Mm. Kaliber geschossen und zeigten grosse Kraft, da bei der geringen Reibung die Führung derselben im Rohre keinen erheblichen Kraftaufwand erforderte. Bei den Expansions- und Compressivgeschossen musste allerdings der Prozentsatz der Pulverladung, aus Rücksicht für die Erhaltung des Geschosses, verringert werden, aber sie waren bei ihrer grösseren Elasticität geeigneter, sich den in starker Vibration befindlichen Rohrwänden anzuschliessen, als die starren soliden Geschosse, sie erreichten den Anschluss mit geringerer Friction und besassen grosse Anfangsgeschwindigkeit [1]).

Die bei den neuesten Handfeuerwaffen angestrebte Präcisionsleistung wurde mit bedeutendem Kraftverlust erkauft, der sich durch einseitige Erhöhung der Pulverladung nicht ausgleichen lässt; namentlich bei den Hinterladungssystemen, wo der Spielraum aufgegeben und eine Compression des Geschosses durch die Explosion des Pulvers veranlasst wird, geht durch die Forcirung des Geschosses oder Spiegels [2]) und durch die Führung desselben ein Theil der durch die zulässige Erhöhung der Ladung gewonnenen Kraft wieder verloren und die Hinterlader zeigen fast allgemein den Nachtheil verminderter Anfangsgeschwindigkeit und bleiben in dieser Beziehung hinter den Vorderladern zurück.

Die grösseren Schussweiten, welche wir mit den neuern Gewehren beherrschen, sind nicht durch innere Vorzüge und Constructionsverhältnisse derselben bedingt, sondern werden durch grössere Erhebung der Flugbahn über

---

1) Anfangsgeschwindigkeiten.

Das Schweizer Jäger-Gew.*)		500 Met.
» »	Ordonanz-G. M./63°)	450 »

*) Compressiv-, °) Expansionsgesch. (Buholzer.)

Zwischen diesen vorzüglichen Vorderladern steht die Withworth-Büchse.

Von den Hinterladern ist nur eins, das der Cent-Gardes, welches bezüglich der Anfangsgeschwindigkeit mit dem Schweizer Jäger-G. concurriren kann und also fast alle Vorderlader übertrifft, dann folgt

Remington	mit	450—460 Met.
Chassepot	»	420 »
Zündnadel	»	330 »

2) Spielraum und Compression.

Spielraum	bei den Vorderladern	0,4. 0,5	bis 1,2 Mm.
Compression	» » Hinterladern	0,3 » 0,7	»

und selbst mehr.

Digitized by Google

die Visirlinie erreicht [1]). Aber auch die Rotationsgeschwindigkeit und die Rotationskraft sind durch die neuesten Gewehrconstructionen und Gewichtsverhältnisse nicht gesteigert worden, sie haben vielmehr abgenommen.

Die Rücksicht auf die Erhaltung des Geschosses, welche bei den ausgehöhlten Geschossen zur Verringerung der Pulverladung nöthigte, hat bei den Hinterladungssystemen, wo ein stärkerer Prozentsatz Pulver zur Anwendung kam, fast allgemein dazu geführt, den Drallwinkel grösser zu machen [2]) und die Zahl der Züge zu verringern, um breitere Widerstandsflächen zu erhalten und ein Zerreissen der Geschosse zu vermeiden. Die Führungszone, welche in der Längen- und Seitenrichtung bei cylindrischen Geschossen unverhältnissmässig grösser ist, als bei sphärischen, selbst wenn man sie auf Führungsringe beschränkt, wie die Forcirung des Geschosses, absorbirten und forderten grosse treibende Kraft und machten Rücksichtnahmen nach dieser Richtung unerlässlich.

Sie sind technisch in den verschiedensten Constructionen und Verhältnissen der Züge und des Dralls zum Ausdruck gekommen.

Die Rotationskraft wird durch die von dem Drall und der Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses abhängige Rotationsgeschwindigkeit und weiter durch die Länge der Schwingungsradien bedingt; sie verhält sich bei gleichen Radien, wie die Schwingungszeiten, bei gleichen Zeiten, wie die Länge der Schwingungsradien.

Mit der Abnahme der Anfangsgeschwindigkeit, mit der Verlängerung des Dralls und der Verkürzung der Schwingungsradien bei den neuesten Gewehren und Geschossen,

---

1) Die Elevationen betragen bei den Vorderladern:

d. Schweizer Waffe	auf	800 Schr.	(600 M.)	nur 1,5°,
d. Gesch. des Oberst Merian	»	800		etwa ebensov.
	»	1000	»	» 2°,36′,
d. Süddeutschen G.	»	1000	»	» 2°,29′,
d. Russ. Obturateur	»	—		» 2°,55′,

d. bei dem Dreyse'schen Hinterlader schon
auf 500 Schr. etwa 1°,25′,
» 1000 » » 3°,19′,
» 3000 » » 40°.

Erhebung der Flugbahn über die Visirlinie: Das Expansionsgesch. des Oberst Merian (Basel 1861) hatte auf 1000 Schr. eine Scheitelhöhe von 10,14 Met., das Zündnadel-Gesch. auf 600 Schr. schon 6 Met., auf 1000 Schr. über 12 Met.

2) Beim Chassepotgewehr ist der Drall allerdings ausserordentlich stark, der Umgang der Züge hat eine Länge von 55,5 Ctm., beim Zündnadelgewehr, bei allen Modellen 73,2 Ctm.

Digitized by Google

tritt in dreifacher Beziehung eine verhältnissmässige Abnahme der Rotationskraft ein.

Abgesehn von der Rotationsgeschwindigkeit legte ein Punkt auf der Peripherie des grössten Querdurchschnitts bei den früher gebräuchlichen sphärischen und cylindrischen Geschossen bei jeder Umdrehung eine Entfernung von c. 54 Mm. zurück, bei dem Langblei des Zündnadelgewehrs nur 42 Mm., beim Chassepotgeschoss etwa 34,5 Mm. und bei dem Geschoss der Cent-Gardes nur 28 Mm.

Bringen wir diese Verhältnisse in Verbindung mit den betreffenden Anfangsgeschwindigkeiten, so ergiebt sich, dass auch bezüglich der Rotation der Geschosse die älteren Gewehre den neuesten überlegen sind, selbst wenn bei einzelnen der letzteren der Drall stärker ist. Die Endpunkte der Schwingungsradien würden bei 800 Umdrehungen

beim Minie-Geschoss 4160 Ctm.
» Zündnadel 3200 »
» Chassepot nur 2400 »

durchschwingen. Die daraus resultirende Centrifugalkraft und der von abspringenden Theilchen in radialer Richtung geübte Druck muss bei den älteren Geschossen, selbst bei grösseren Drallängen, grösser sein.

Beim Eindringen eines Geschosses in das Ziel kommt nun die Drallänge in Betracht, weil sie für die im durchbohrten Körper ausgeführte Drehung des Geschosses den Maassstab giebt; die Unterschiede in der darauf verwendeten Zeit [1]) sind so ausserordentlich klein, dass sie, wie wir später sehen werden, ohne Fehler aus der Berechnung weggelassen werden, um so mehr, als wir bei der vorliegenden Frage niemals mit einer vollendeten Drehung zu schaffen haben und Propulsions- und Rotationskraft des Geschosses beim Eindringen in das Ziel sofort unberechenbar erlahmen.

Waren aber früher schon die beregten Kräfte in gleichem, oft höherem Grade vorhanden, so müssen analog den jetzigen Vorgängen auch die Abschmelzungen, als

---

1) Zeitbedarf für einen Schusscanal von 10 Ctm. Länge, ohne Rücksicht auf die durch den Widerstand bedingte Abnahme der Kraft.
Bei einer Anfangsgeschwindigkeit

von 280	Met.	. . . . .	$^1/_{2800}$ Secund.
» 330	»	Zündnadelgesch.	$= {}^1/_{3300}$ »
» 420	»	Chassepot	$= {}^1/_{4200}$ »
» 450	»	Schweiz. O. M./63	$= {}^1/_{4500}$ »
» 450—460	»	Remington	$= {}^1/_{4600}$ »
» 500	»	Schw. Jäger-G. u. Cent-Gardes	$= {}^1/_{5000}$ »

Digitized by Google

ein Product der Propulsionskraft vorhanden gewesen und durch die Rotation wirksam geworden sein.

Und sie waren vorhanden, wie man sich an jedem Scheibenstande leicht überzeugen konnte, aber sie haben nicht in der angegebenen Weise gewirkt.

Das Problem, dass dieselben Factoren zu verschiedenen Zeiten so verschieden wirkten, erscheint noch problematischer, wenn wir Volumen und Gewicht der Geschosse in Rechnung stellen und bedenken, dass diese Vorbedingungen der Zerstörung bei den Geschossen der älteren Gewehre in höherem Grade vorhanden waren und durch grössere Kraft geltend wurden und dass grade diese nicht so arge Verwüstungen, wie die neuesten Geschosse, angerichtet haben, dass also die Zerstörung in umgekehrtem Verhältniss zur Gewalt und Ausdehnung der wirkenden Ursachen steht [1]).

Insofern meine Aufstellung, dass mit der grösseren Kraft nicht auch nothwendig die grössere Zerstörung verbunden sei, als eine Bestätigung und Erklärung des vorstehenden Ergebnisses erscheinen könnte, dürfte zu bemerken sein, dass, nachdem nachgewiesen ist, dass die Geschosse der älteren Gewehre denen der neuern gleich und überlegen sind, die ersteren **in allen Fällen** wie die letzteren zerstören müssten, wenn die Zerstörung von den genannten Factoren abhängig wäre, weil ihre überlegene Kraft allmählich zu der geringeren und zerstörenden herabsinken muss.

Es würde gleichgültig sein, ob man die Zerstörung mit dem höheren oder geringeren Mass der Kraft in ursächliche Verbindung setzt und sich schliesslich nur um die Distancen handeln, auf denen die Geschosse der verschiedenen Gewehre zerstören würden, zerstören müssten sie alle.

Wenn trotzdem dies nicht geschieht, und die älteren Geschosse unter der Macht grosser Propulsions- und Rotationskraft nicht zerstörten, so dürfte damit indirect der Beweis geliefert sein, dass die Eigenthümlichkeit der Verwundungen von diesen Kräften jedenfalls nicht abhängig ist.

---

1) Gewichts- und Durchschnittsverhältnisse der Geschosse.

Bei den älteren betrug das Gew. 30—45 Gr. und m. d. Umfang 53 und 54 Mm., die Einschlagsfläche 226—280 □ Mm., bei den neueren geht das Gewicht von 31 Gr. auf 24,5 bis 11 Gr. herunter und der Umfang und die Einschlagsfläche beträgt

beim Zündnadelg.	42	Mm. und	146	□Mm.
» Chassepot	34,5	» »	88— 95	»
b. d. G. d. C.-Gardes	28	» »	63,6	»

Die Kaliber sind von 18 auf 10 Mm., die Gewichte von 45 auf 16 Gr. heruntergegangen.

Digitized by Google

Wenn bei den älteren Gewehren keine der bedingenden Ursachen fehlte, wenn Pulverkraft und bewegte Masse, Anfangs- und Rotationsgeschwindigkeit und Schwingungsradien grösser, stärker bz. länger waren und die beobachteten Erscheinungen weder bei höchster Kraft-Entfaltung, noch bei verminderter Kraftäusserung eingetreten sind, so werden wir zugeben müssen, dass zwischen den dadurch bedingten Kräften und den auffallenden Zerstörungen bei Schussverletzungen ein unmittelbares und directes Verhältniss, wie zwischen Ursache und Wirkung, nicht besteht. Auf ein Mehr oder Weniger an Propulsions- und Rotationskraft lässt sich die Entscheidung der vorliegenden Frage nicht basiren; die zwischen den alten und neuen Gewehren bleibenden Verschiedenheiten in der Art und Stärke der Kraftäusserung sind nicht erheblich genug, die neuen Wirkungen zu erklären und bei den neuen Gewehren ihr Eintreten, bei den älteren ihr Ausbleiben begreiflich zu finden.

Die verschiedenen Distancen gleichen das Walten der Kräfte aus und an verschiedenen Punkten werden sich die Geschosse verschiedener Gewehre und Gewehrsysteme im Allgemeinen bezüglich der ihnen mitgetheilten Kräfte (aber nicht der Kraftäusserung) gleich verhalten.

Zur Lösung der vorliegenden Frage dürfte eine eingehendere Erörterung der dabei in Betracht kommenden und genannten Factoren, der Propulsion, Rotation und der Schmelzproducte, wie ihrer möglichen und wahrscheinlichen Wirkungen unbedingt erforderlich sein.

Wir wenden uns zunächst zur:

Propulsion:

In den Constructions- und Ladeverhältnissen der älteren und neuesten Gewehre wie in dem Maass der, innerhalb der gegebenen Grenzen, vorhandenen Kräfte haben wir die Verschiedenheiten ihrer Wirkungen nicht begründet gefunden, es ist aber auch zu bezweifeln, dass die Ursachen der auffallenden Verwundungen in dem Wesen der Propulsions- und Rotationskraft, in ihrem vereinzelten oder vereinten Wirken oder in dem beiderseitigen Verhältniss zu einander zu finden sind.

Die angestellten Versuche haben dargethan, dass auch ohne Mitwirkung der Rotation die Projektile verderblich wirken und anderer Seits wissen wir, dass die Geschosse der alten glatten Gewehre nicht solche Wirkungen zeigten, obgleich sie Blei und Kraft genug

Digitized by Google

besassen, um zu zermalmen und zerstörende Abschmelzungen zu erzeugen. Die Zerstörung kann also keine unmittelbare Wirkung der Propulsionskraft sein.

Die Propulsionskraft wirkt unter technisch herbeigeführten Verhältnissen auf das Geschoss und durch dieses Medium auf das Ziel; die Vereinigung beider resultirt in der Fluggeschwindigkeit und in der Durchschlagskraft. Geschwindigkeit ist Kraft, aber auch das bewegte Geschoss zeigt Kraft. Die Kraftäusserung eines Geschosses ist um so grösser, je schneller es sich bewegt, sie wächst aber auch durch Vermehrung des Gewichts bei gleichbleibender Geschwindigkeit.

Die schwerere Masse erfordert grösseren Kraftaufwand, um bewegt zu werden, aber sie lohnt durch nachdrücklicheres Beharren in der Bewegung.

Beide Factoren: Kraft und Stoff, können sich bis zu einem gewissen Grade ergänzen und ersetzen, aber das Maass ihrer Kraftäusserung hängt nicht von der Summe, sondern von dem richtigen Verhältniss beider zu einander ab.

Durch die Rücksichtnahme auf die beabsichtigte Wirkung wird dieses Verhältniss ausserordentlich complicirt und subtil, es kann in absoluter Fassung nur für bestimmte Fälle Geltung haben und nur für einen Moment bestehn.

Es wird nicht allein unmittelbar geändert durch Verminderung oder Vermehrung eines Factors, sondern auch mittelbar durch Veränderung der Form des Stoffs, durch den die lebendige Kraft wirken soll.

Bei der Aenderung des Verhältnisses zwischen Kraft und Stoff zeigt sich, nach beiden Seiten hin, sehr bald eine unübersteigliche Grenze, wo die Kraft an der zu schweren Masse erlahmt oder an der zu unbedeutenden nicht mehr die entsprechende Aufnahme findet.

Eine Pulverkraft, die eine Gewehrkugel mit grosser Gewalt nach einem fernen Ziele treibt, müht sich an einer Kanonenkugel vergeblich ab und ist nicht im Stande, auf ein Sandkorn eine irgend erhebliche Flugkraft zu übertragen. Zwischen der treibenden Kraft und dem getriebenen Geschoss waltet ein natürliches Gesetz, welches nicht ungestraft übertreten wird.

Es beruht nicht allein in dem arithmetischen Verhältniss zwischen Kraft und Stoff, sondern auch in dem durch Gewicht und Volumen bestimmten Verhalten des Geschosses zur Pulverkraft und zum Ziel.

Durch diese Complication wird dieses Verhältniss bei Rund-

Digitized by Google

kugeln fast unabänderlich und für eine bestimmte Wirkung an ein bestimmtes Kaliber gebunden [1]).

Diese Grenze zeigte sich bestimmend, als man, aus sehr gewichtigen Gründen, dazu überging, das Kaliber kleiner zu machen und mehr Pulver zu nehmen. Die Verminderung des Gewichts über ein gewisses Verhältniss hinaus erwies sich nachtheilig für die Durchschlagskraft [2]).

Das kleinere und leichtere Geschoss hat nicht die Fähigkeit, dieselbe Kraft aufzunehmen, wie das schwere Geschoss, und dieser Uebelstand war durch Verstärkung der Pulverladung nicht auszugleichen, obgleich sich wohl ergab, dass bei den Expansionsgeschossen die Pulverladung, im Verhältniss zum Geschossgewicht, sehr gering gewesen war und bei dem kleineren Geschoss, ohne den Rückstoss zu vermehren, mit Vortheil verstärkt werden konnte.

---

1) Eine Vergrösserung desselben würde die Pulverkraft zu sehr belasten, eine Verminderung den Widerstand im Ziel vergrössern.

Das günstige Verhältniss des Pulvers zum Blei und des bewegten Geschosses zum Widerstande wird bei jeder Aenderung des Kalibers gestört, weil die Mittelglieder: Durchschnitt und Bleigewicht, sich dabei verschieden verhalten.

Die Durchschnittsfläche, das Feld der Thätigkeit für das Pulver, nimmt in quadratischem, das angreifende Blei in cubischem Verhältniss zu und ab und deshalb lassen sich Kraftäusserung und Wirkung nicht in gleichem Verhältniss steigern.

Das für die älteren Geschosse übliche Kaliber stellte für die Arbeitsleistung des Pulvers und des Blei's ein zweckmässiges Verhältniss her und scheint zwischen Kraft und Stoff die richtige Mitte getroffen zu haben.

2) Wird der Druck der Gase auf die Umschliessungen zu etwa 1800 Atmosphären und einer Atmosphäre zu 1,033 Kgr. auf den □Ctm. angenommen, so ergiebt dies (bei 1800 Atmosph. = 1859 Kgr. auf 100 □Mm.)

für Rundkugeln von dem

Kalib. 17 Mm.	13,5 Mm.	10 Mm.
Gewicht v. 29 Gr.	14,5 Gr.	5,9 Gr.
Querdurchschnitt v. 227 □Mm.	143 □Mm.	78 □Mm.

einen Atmosphärendruck auf den Querdurchschnitt von

c. 4220 2658 u. 1450 Kgr.

auf 1 Gr. Blei eine treibende Kraft von

145 183 bezw. 246 Kgr.

und kommt auf 1 □Mm. Widerstandsfläche: Blei

0,127 Gr. 0,101 Gr. u. 0,075 Gr.

Versuche zeigten, dass die grössere Arbeitsleistung des Pulvers, bei Verringerung des Kalibers, die Nachtheile nicht aufzuwiegen vermag, welche aus der stärkeren Abnahme des Gewichts, gegenüber der langsameren Abnahme der Widerstandsfläche, für die Wirkung der Kugeln erwachsen und dass, über eine gewisse Grenze hinaus, eine Einbusse an Stoff durch einen Ueberschuss an Kraft nicht zu ersetzen ist.

Digitized by Google

Geleitet von der Wahrnehmung, dass über eine gewisse Grenze hinaus der vortheilhafte geringe Querdurchschnitt des Geschosses nicht auf Kosten des Gewichts hergestellt werden durfte, ging man von den Kugeln zu Langgeschossen über und machte zugleich die verschiedensten Versuche, durch Unterstützung der vis inertiae das kleine Geschoss zu zwingen, die möglichst grösste Flugkraft aufzunehmen und zugleich ein leichtes und schnelles Laden zu ermöglichen.

Diese ziemlich diametral entgegengesetzten Forderungen haben, nach vielen genialen Vermittelungsversuchen, erst in dem Hinterladungssystem und in der allgemeinen Einführung der Langgeschosse ihre Lösung gefunden.

Die sichere Führung des Geschosses, die beste Verwerthung der Pulverkraft und alle Vortheile des geringen Querdurchschnitts konnten dadurch erreicht und gesichert werden, ohne die Leichtigkeit und Schnelligkeit des Ladens zu beeinträchtigen und das erforderliche Bleigewicht aufzugeben.

Die allgemeinen Sätze, dass bei gleichem Gewicht die Geschwindigkeit, bei gleicher Geschwindigkeit das Gewicht und bei gleichem Gewicht und gleicher Geschwindigkeit der Querdurchschnitt des bewegten Geschosses entscheidet, sind bei den Constructions- und Gewichtsverhältnissen der neuesten Handfeuerwaffen, wie der Ladung leitend gewesen und haben dazu geführt, die lebendige Kraft im Verhältniss wieder zu steigern und den zu bewegenden Stoff in eine möglichst günstige Form zu bringen. Wenn damit auch keine grössere Gesammtkraft erreicht worden ist, so sind doch die Vorbedingungen einer erwünschten Präcisionsleistung wesentlich gesteigert worden.

Das Walten der Propulsions- und Rotationskraft wird durch die Form der Langgeschosse mehrfach unterstützt und ein günstiges Verhältniss der Kraft zum Widerstande, des Geschosses zu der entgegenstehenden und tragenden Luftschicht, wie zum Ziele hergestellt.

Als unmittelbares Ergebniss der sparsamen Verwendung der gegebenen Kraft zeigen die Langgeschosse trotz geringerer Anfangsgeschwindigkeit, auf die weiteren Distancen gestrecktere Bahnen und intensivere Percussion als die Kugeln.

Das Langgeschoss gelangt, indem es den Luftwiderstand weniger herausfordert und mehr getragen wird [1]) c. p. mit geringerem

1) Während sich bei den Rundkugeln die tragende Luftschicht zur entgegenstehenden stets wie 1 : 1 verhält, ändert sich bei den Langgeschossen das Verhalten der Luftschichten nach dem Verhältniss des Kalibers zur Länge des Geschosses, beispielsweise beim Zündnadelgeschoss wie 2 : 1, beim Chassepot wie 5 : 2.

Digitized by Google

Kraftverlust an das Ziel und muss bei der günstigen Percussionsform, welche das ganze Gewicht auf eine kleinere Widerstandsfläche concentrirt [1]), auch im Ziele eine präcisere Wirkung zeigen, als eine Kugel von gleichem Gewicht, getrieben von gleicher Kraft.

Ein Langgeschoss von $2^1/_2$ Kaliber Länge bringt etwa das 3fache Gewicht auf dieselbe Widerstandsfläche, als ein sphärisches Geschoss von gleichem Kaliber und hat nicht den halben Widerstand zu überwinden, wie eine Kugel von demselben Gewicht. Bei Expansions-Geschossen ist das Verhältniss zwischen Gewicht und Querdurchschnitt noch weniger günstig. In dem Verhältniss der grössern Widerstandsflächen muss die Kraft der Kugel und der Hohlgeschosse auch früher erlahmen und erlöschen, als die der soliden Langgeschosse, welche einem kleineren Widerstande begegnen [2]).

Der stärkere Verbrauch der Propulsionskraft bei den Kugeln ist bezüglich der Wirkung derselben, durch Aenderung der Ladung oder der Gewichtsverhältnisse nicht auszugleichen, da, wie bereits angedeutet, die normalen und günstigsten Verhältnisse zwischen Kraft, Angriff und Widerstand eine Steigerung oder Reduction nicht gestatten. Auch bei den Expansionsgeschossen ist ein durch-

---

1) Eine Rundkugel von dem Kaliber 17,5 Mm. trifft mit einem Gewicht von 31,7 Gr. auf eine Widerstandsfläche von 214 □Mm., während dem ohngefähr gleich schweren Zündnadelgeschoss nur eine Durchschlagsfläche von 146 □Mm. entgegen steht. Zündnadel- und Chassepotgeschoss, welche in ihrer jetzigen Form nur einen Widerstand von 146 und 88 □Mm. Durchschnitt zu überwinden haben, würden in Rundkugeln umgeformt, mit einem Kaliber von 17,5 und 15 Mm., einen Widerstand von 214 bez. 176 □Mm. Flächenausdehnung finden.

2) Der □Mm. des Widerstandes wird angegriffen durch das

31,7 Gr.	schwere Miniegeschoss, bei einem Durchschnitt von 214 □Mm. mit etwa	0,15 Gr.
31 »	schw. Zündnadelgesch., bei einem Durchschnitt von 146 □Mm., mit	0,21 »
24,5 »	schw. Chassepotgesch., bei einem Durchschnitt von 88 □Mm., mit	0,27 »

Blei.

In Rundkugelform würden Zündnadel- und Chassepotgeschoss nur etwa 0,145 und 0,138 Gr. Bleigewicht auf den □Mm. Durchschnittsfläche bringen.

Dagegen ist bei den Langgeschossen, im Verhältniss des geringeren Querdurchschnitts, die Arbeitsleistung des Pulvers geringer und der Querdurchschnitt im Verhältniss zur Länge stärker belastet und beträgt beispielsweise beim

Minie-	Zündnadel-	u. Chassepotgesch.
mit $1^1/_2$	2	u. $2^1/_2$ Kal. Länge
die ganze treibende Kraft		
3978,26	2714,14	u. 1635,92 Klgr.,
auf 1 Gr. Blei =		
128	87,5	66,7 Klgr.

Digitized by Google

aus günstiges Verhältniss zwischen Gewicht und Durchschnitt, wenn auch aus andern Gründen, nicht herzustellen.

Es muss endlich noch in Betracht gezogen werden, dass beim Eindringen des Geschosses aus den Widerstandsflächen Widerstandssäulen werden, welche sich dem eindringenden Geschoss entgegenstellen und dass mit zunehmendem Durchschnitt der Widerstand in cubischem Verhältniss wächst. Die Langgeschosse zeigen aus den angegebenen Gründen, eine nachhaltigere lebendige Kraft, die sie für correcte Durchbohrung des Ziels, abgesehn von andern Einwirkungen, vorzugsweise geeignet macht. Sie können auch dann noch das Ziel durchbohren, wenn die gleiche Angriffskraft der Kugeln an dem grössern Widerstande scheitert.

Aber nicht bloss die Quantität, sondern auch die Qualität der Kraftäusserung hängt von dem Verhältniss der Factoren zu einander, innerhalb der zulässigen Grenzen ab.

Kraft und Stoff können in verschiedenem Verhältniss zusammenwirkend die quantitativ gleiche Kraft erzeugen, aber die Qualität derselben ist diesem Verhältniss entsprechend verschieden. Die einfachsten Versuche zeigen, dass bei gleicher Kraftäusserung die Wirkung ganz verschieden ist, je nachdem sie in der Bewegung oder im Gewicht ihre hauptsächlichste Quelle hat und um Besonderheiten der Wirkung der Geschosse beurtheilen zu können, sind wir genöthigt, auf die Zusammensetzung und Quelle der ihnen innewohnenden Kraft zurückzugehn.

Bei den Geschossen ist es durchaus nicht gleich, ob ihre Kraft aus 3×5 oder 5×3 besteht, selbst wenn das Resultat jedes Mal 15 betrüge.

Eine matte Kartätschkugel und eine verhältnissmässig schneller fliegende Gewehrkugel wirken ganz verschieden. Für correcte Leistung der Geschosse ist es günstiger, wenn die lebendige Kraft prävalirt, für die allgemeine Leistung bez. Zerstörung kann das grössere Gewicht vortheilhafter sein. Das Wesen der Propulsionskraft und die Erfahrungen widersprechen im Allgemeinen der Annahme, dass mit einer Steigerung derselben eine weiter greifende Zerstörung nothwendig verbunden sei, es zeigt sich vielmehr, dass mit Zunahme der lebendigen Kraft die Wirkung intensiver, aber auch correcter und seitlich eingeschränkter wird. Im Ziel resultirt, innerhalb der angedeuteten Grenzen, die grösste Fluggeschwindigkeit in der grössten Durchschlagswirkung, das grösste Gewicht in der grössten Zerstörung. Die getroffenen Theile werden um so weniger dem Stosse ausweichen können, je schneller er erfolgt und die umgebenden um so weniger in Mitleidenschaft gezogen, je schneller der Zusammenhang

Digitized by Google

zwischen ihnen und den getroffenen Theilen unterbrochen wird. Die Zerstörung ist entscheidender an der getroffenen Stelle, aber auch schärfer begrenzt, sie pflanzt sich nicht auf die Umgebungen fort, wie es unausbleiblich geschieht, wenn der Zusammenhang weniger entschieden und weniger schnell oder nur theilweise aufgehoben wird.

Ein Axthieb wirkt schärfer und dringt tiefer ein, je kräftiger man ihn führt; die den Einschnitt umgebenden Theile zeigen sich weniger verschoben und zerstört, als bei einem schwächeren Hiebe mit derselben Axt.

Eine Aenderung des Verhältnisses zwischen Kraft und Stoff zu Gunsten des letzteren wird, aus verschiedenen Gründen, so lange die lebendige Kraft überhaupt ausreichend bleibt, die Masse zu bewegen, fast immer eine Erweiterung der Zerstörung zur Folge haben [1]).

Es kann sogar eine quantitativ geringere Kraft, unter Umständen, mehr verwüsten, als eine bei weitem grössere, wenn die Wirkung der bewegten Masse durch die Beschaffenheit des Ziels begünstigt wird. Ein leichter Wurf zertrümmert meist eine ganze Scheibe, während eine Gewehrkugel sie nicht selten regelrecht durchbohrt.

Eine freistehende Mauer wird von einer relativ matten Kanonenkugel mehr zerstört, als von einer, welche sie mit voller Kraft durchschlägt. Auch bei Minen zeigt sich, dass die Erweiterung des Zerstörungskreises nicht durchaus mit der Zunahme der zerstörenden Kraft in gradem Verhältniss steht.

Die grössere Angriffsfläche bedingt an sich schon einen grösseren Zerstörungskreis, er muss sich aber erweitern, je mehr im Verhältniss zu den Langgeschossen, die Kugeln, bei dem rascheren Verbrauch der lebendigen Kraft, die Fähigkeit verlieren, die getroffenen Theile aus dem Zusammenhange mit den umgebenden herauszureissen.

Die Folgen, welche sich aus der Störung des Verhältnisses zwischen lebendiger Kraft und Stoff, die während der Bewegung eintreten muss, ergeben, treten bei den Langgeschossen später und allmählicher ein. Das günstige Verhältniss dauert bei den Langgeschossen länger.

---

1) Die aus dem Verhalten eines matten Chassepot-Projectils in dem Kopfe der linken Tibia eines vor Metz verwundeten Artilleristen gezogene Folgerung, »dass der Grad der Zertrümmerung im umgekehrten Verhältniss zur Entfernung steht«, dürfte sich in ihrer Allgemeinheit nicht als richtig erweisen. Vid. Sitzungsberichte pro 1874. S. 108.

Digitized by Google

Es kommt endlich auch darauf an, ob der Widerstand überhaupt überwunden wird oder nicht.

Ein durchschlagendes Geschoss consumirt nicht seine ganze Kraft, es fliegt mit dem Ueberschuss weiter, während das nicht durchschlagende plötzlich zur Ruhe verwiesen wird und seine ganze, an sich vielleicht grössere Kraft verbraucht. Nehmen wir an, dass dem Minie-, Zündnadel- und Chassepot-Geschoss eine gleiche Kraft von 25x inne wohne und dass 20x ausreichend sind, den Widerstand von 100 □Mm. Ausdehnung des Ziels zu überwinden, so wird das Chassepot-Geschoss, welches auf eine Widerstandsfläche von nur 88 □Mm. trifft, das Ziel durchbohren und mit einem erheblichen Ueberschuss an Kraft weiter fliegen, während Zündnadel- und Minié-Geschoss stecken bleiben, weil sie die für einen Widerstand von dem Durchschnitt 146 bez. 214 □Mm. erforderliche Durchschlagskraft von 29,2x bez. 42,8x nicht haben. Beide haben aber das Ziel stärker angegriffen und während das Chassepotgeschoss bei der Durchbohrung des Ziels nur 17,6x verbrauchte, haben sie im Ziele ihre ganze Kraft, à 25x aufgerieben.

Entsprechend der grösseren Kraft und dem grösseren Querdurchschnitt muss im letzteren Falle die Erschütterung und Zerstörung im Ziele grösser sein.

Rotation.

In dem Geschoss tritt die Rotationsbewegung mit der Vorwärtsbewegung stets vereinigt auf. Beide Bewegungen sind durch eine Kraft, durch die Propulsionskraft, bedingt und die Rotation bleibt dem Einfluss der mächtigeren Propulsion unterworfen [1]).

Die eingreifenden Züge zwingen das vorwärts getriebene Geschoss, auf einer gewissen Bewegungsstrecke eine Drehung um seine Axe auszuführen, es muss sich um so schneller drehen, je rascher es diese Strecke durcheilt bez. durchfliegt und um so häufiger in einer gegebenen Zeit, je grösser die in dieser Zeit zurückgelegte Strecke ist.

Ein Projektil aus einem Gewehr mit starkem Drall geschossen, kann in einer bestimmten Zeit weniger Umdrehungen machen, als ein Geschoss aus einem Gewehr mit geringerem Drall, wenn letzteres grössere Anfangsgeschwindigkeit hat, es muss aber, abgesehn von der aufgewendeten Zeit, auf gleiche Strecken mehr Umdrehungen machen, weil das durch den Drall gegebene Längenmass für jede einzelne Umdrehung kürzer ist.

---

1) Die schwingende Bewegung verhält sich zur vorwärtsstrebenden beim

Chassepot-Gesch. wie 32 : 555 etwa, = 3 : 52.
Zündnadel-Gesch. = 42 : 732 = 3 : 51.

Digitized by Google

Die Rotationsgeschwindigkeit kann also nach der Construction der Züge allein nicht berechnet werden, weil sich die Rotation im Verhältniss zur Vorwärtsbegung vollzieht, sie ist vielmehr nach der zurückgelegten Strecke und der verwendeten Zeit zu bemessen. Zwischen Vorwärtsbewegung und Rotationsbewegung besteht ein bestimmtes, durch den Drall gegebenes Verhältniss, welches durch Ab- oder Zunahme der Propulsionskraft nicht geändert wird.

Das Geschoss rotirt nicht nach Flugzeiten, sondern nach Entfernungen, deshalb werden die gleichen Geschosse aus demselben Gewehr, aber mit verschiedener Ladung geschossen, verschiedene Rotationsgeschwindigkeit zeigen. Der stärkere Drall verdichtet die Umdrehungen, die grössere Fluggeschwindigkeit vermehrt dieselben. Das Verhältniss des Dralls zur zurückgelegten Strecke ergiebt die Zahl der Schwingungen und das Verhältniss dieser zur aufgewendeten Zeit die Rotationsgeschwindigkeit. Um die daraus resultirende Schwungkraft zu bestimmen, muss die Länge der Schwingungsradien als wesentlicher Factor in Rechnung kommen, da bei gleichen Umschwungszeiten sich die Geschwindigkeiten wie die Peripherien der Schwingungskreise verhalten.

Aus dem Drall der Gewehre und der Anfangsgeschwindigkeit der Geschosse ergeben sich demnach die Schwingungszeiten und aus diesen und der Länge der Radien die Rotationsbewegung der Peripherie für das einzelne Geschoss.

Durch die Propulsion werden die Schwingungen schraubenförmig auseinandergezogen und es tritt dem durchschwungenen Raum der durchflogene hinzu.

Jeder Punkt in der Peripherie des grössten Querdurchschnitts eines regelrecht rotirenden Geschosses beschreibt eine schraubenförmige Bahn, deren Länge, bei jeder Umdrehung, der Peripherie und der während derselben zurückgelegten Strecke, der Drallläge, entspricht.

Die Schwingungsräume werden durch die gleichzeitige Vorwärtsbewegung grösser, aber nicht die schwingende Kraft und die Wirkung der letzteren wird durch diese Combination nicht gefördert.

Sämmtliche Theile eines rotirenden Geschosses haben gleiche Vorwärtsbewegung, aber verschiedene Rotationsgeschwindigkeit und beschreiben auf gleiche Entfernungen ganz verschiedene Spiralen, je nachdem sie in engeren oder gestreckten Umläufen und in grösserer oder geringerer Entfernung die Axe umkreisen. Für die rotirenden, um die Axe gelagerten Theile wird die Entfernung zum Ziele vergrössert; sie gelangen erst auf Umwegen, aber dennoch gleichzeitig ans Ziel und müssen sich

Digitized by Google

also nach der Peripherie zu immer schneller bewegen, während die Richtungs- und Rotationsaxe eine grade Linie zieht.

Eine Steigerung der combinirten Bewegung dürfte daraus nicht zu folgern sein.

Propulsions- und Rotationskraft beeinflussen sich gegenseitig, aber sie summiren und multipliciren sich nicht. Es ist mehr wie wahrscheinlich, dass die Fluggeschwindigkeit des Geschosses durch die Rotation beeinträchtigt wird und dass die durch den Umweg bezeichnete schnellere Bewegung der rotirenden Theile die Wirkungen der langsamer werdenden Schwingungen nicht auszugleichen vermag.

Es tritt der Propulsion mit der beginnenden Rotation keine neue Kraft hinzu, sondern sie wird in zwei sich rechtwinklig verhaltende Richtungen auseinander gerissen und diese Theilung ruft verschiedenen und verstärkten Widerstand hervor.

Im Ziel findet ein rotirendes Geschoss vorwärts und seitwärts Widerstand und der letztere muss besonders wirksam werden, weil er im Verhältniss der Länge des Radius hebelartig wirkt.

Für die Wirkung der Rotation ist die Verbindung mit der Propulsion durchaus nicht günstig, weil, wie bereits angedeutet, für die rotirenden Theile des Geschosses, ihrer Lagerung entsprechend, die Geschossbahn länger, der Widerstand räumlich ausgedehnter und bei dem fortwährenden Verschieben des Angriffspunktes in jedem Augenblick erneuert wird; die früheren Erfolge kommen dem Angriff nicht zu Statten. Die Kraftäusserung wird auf den ganzen Cylinder des Schusscanals vertheilt und die Kraft wie die Wirkung durch stets erneuten Widerstand zersplittert [1]).

Propulsion und Rotation verfolgen verschiedene Ziele und ihre Erfolge müssen, so lange sie an einander gebunden sind, auf der durch das Verhältniss beider Kräfte gegebenen Diagonale liegen. Der seitlich wirksame, räumlich vermehrte und fortwährend erneute Widerstand, welcher der Rotation entgegentritt, muss auch der Vorwärtsbewegung nachtheilig werden, die ihn in den beiden letzteren Beziehungen hervorgerufen hat. Beide Bewegungen erfahren gleichzeitigen Widerstand und der dadurch herbeigeführte Kraftverlust trifft beide Kräfte.

Es dürfte wohl kaum zweifelhaft sein, dass unter den angedeuteten Umständen die Rotationsbewegung sehr bald und früher

1) Ein Punkt auf der schwingenden grössten Peripherie des Chassepotgeschosses würde bei einer einfachen Umdrehung nur einen c. 32 Mm. langen Widerstand finden, während er unter der Einwirkung der Propulsion c. 59 Ctm. Widerstand zu durchlaufen hat.

Digitized by Google

erlischt als die Vorwärtsbewegung. Sie ist erst in Folge seitlicher Hemmung eingetreten, sie kann durch diese auch wieder beendet und aufgehoben werden. Die überlegene Propulsionskraft reisst die rotirenden Theile des Geschosses in die Flugrichtung hinein, allmählich aber auch die umgebenden Berührungspunkte, welche der Rotation entgegenwirken; an die Stelle der unbeugsamen Züge, welche das Geschoss zur Rotationsbewegung zwangen, treten nachgiebige Hindernisse, welche dem grössern Druck nachgebend, sich hier allmählich der Flugrichtung nähern und der Rotationsbewegung entgegenstemmen. Die Rotationskraft verschwindet in diesem Falle wieder, ohne dass die Propulsionskraft einen Zuwachs oder ihren Antheil daran wieder erhält.

Versuche bestätigen, dass die Vorwärtsbewegung von der ihr aufgedrungenen Rotationsbewegung wieder frei werden kann. Ob und wie weit überhaupt, nach dem Einschlagen des Geschosses, eine den obigen Angaben entsprechende Rotation desselben angenommen werden kann, wird allgemein schwer zu bestimmen und im einzelnen Falle wesentlich von der Beschaffenheit des getroffenen Körpers abhängig sein. Die Gleichartigkeit des Stoffs unterstützt die Richtungsfestigkeit, die wiederum der Rotation günstig ist; unter diesen Verhältnissen wird die Rotation relativ am längsten wirksam sein, wenn sie auch im Verhältniss zum Widerstande mit der Vorwärtsbewegung gleichzeitig abnehmen muss.

Lässt man einen von einer rotirenden Kugel durchbohrten Balken in Bretter schneiden und diese in kleinen Distancen hintereinander stellen, so kann man sich überzeugen, dass die Rotation früher erloschen ist, als die Percussion und dass sie beim Durchschlagen der einzelnen Bretter noch früher endet, als in dem soliden gleichartigen Balken; aber auch im letzteren Falle wird sie fast nur am Einschuss und auch da nicht immer, in einer der Rotationsrichtung entsprechenden Lagerung der Holzfasern nachweisbar sein.

Dass schon ein unbedeutendes Hinderniss genügt, die regelmässige Rotation und Richtungsfestigkeit der Geschosse zu beeinträchtigen, geht unzweifelhaft aus ihrem Verhalten hinter dem durchbohrten Ziel hervor. Macht man die Zwischenräume grösser, als die Länge der Rotationsaxe beträgt, so wird schon hinter dem ersten dünnen Brett von einer regelmässigen Bohrung keine Spur mehr zu finden sein. Die geringste Ungleichheit des seitlichen Drucks, beim Austreten aus der durchbohrten Schicht, genügt, um das Geschoss zu seitlichen Abweichungen zu bringen; es führt Querschläge aus und schleudert und die Durchbohrungen liegen nicht mehr in einer Linie.

Die Wahrnehmung, dass die aus dem Balken hergestellten

Digitized by Google

Bretter von der Kugel, welche den Balken durchbohrte, nicht sämmtlich durchschlagen werden, obgleich die Holzmasse durch das Einsägen geringer geworden ist, zeigt zugleich, dass, unter günstigen Umständen, die Rotation die Percussion beim Eindringen in das Ziel unterstützt, die günstigen Vorbedingungen für exacte Leistungen der Geschosse erhöht und zu einer ausgiebigeren Verwerthung der Propulsionskraft beitragen kann. Viel weiter dürfte sich ihr Einfluss aber nicht erstrecken.

Kraft, Kraftäusserung und Wirkung [1]).

Die in den Gewehren wirkenden Kräfte sind in ihren Entwickelungs- und Wirkungsstadien nicht genau zu bestimmen und auch die begleitenden einflussreichen Verhältnisse zu wenig bekannt, als dass die hier in Betracht kommende Kraftäusserung und Wirkung mit Sicherheit umgrenzt und arithmetisch ausgedrückt werden könnte. Die Ansichten über die Spannung und Abspannung der entwickelten Gase, über die Verbindung der lebendigen Kraft mit dem Stoff, wie über die Wirkung der bewegten Masse gehen sehr weit aus einander und die Praxis bringt nicht selten andere Resultate, als die Theorie herausgefunden hat und muss sie bringen, weil sie auch die uns unbekannt gebliebenen Factoren geltend macht.

Die Vorgänge bei Entfesselung der Gase sind uns nur in grossen und groben Umrissen bekannt und manche Erscheinungen machen es mehr wie wahrscheinlich, dass nicht alle unsere Voraussetzungen zutreffend sind. Wir berechnen aus der Fläche, welche den Gasen geboten wird, die Arbeitsleistung des Pulvers und aus dem darauf lastenden Gewicht die Kraftäusserung desselben, aber wir sind nicht im Stande, die von allen Seiten einwirkenden subtileren Verhältnisse in Rechnung zu stellen und können meist nur auf empirischem Wege zu einigermassen zuverlässigen Resultaten gelangen.

Die in dem bewegten Geschoss repräsentirten Kräfte sind in stetiger, vor dem Ziel ziemlich gleichmässiger, im Ziele, je nach dem Widerstande, den es findet, rapider Abnahme begriffen.

Bei einem freifliegenden Geschoss der besseren Handfeuerwaffen kann die treibende Kraft eine Zeitdauer von 6—8 Secunden erreichen, im Ziele erlischt sie bei mässigem Widerstande in $^1/_{1600}$—$^1/_{1200}$ Secunde.

Bezüglich der Wirkung erweist sich die Verminderung der

1) Es darf wohl kaum daran erinnert werden, dass die Kräfte etc. hier nicht nach allgemeinen Gesichtspunkten, sondern unter steter Beziehung zum Schiessen, zu den besonderen und technisch herbeigeführten Verhältnissen, unter denen sie wirken, behandelt und erörtert sind.

Digitized by Google

Kraft um so einflussreicher, als zunächst und in der Regel nur ein Factor, die lebendige Kraft davon betroffen wird und der Stoff zunächst unverändert bleibt; das als nothwendig erachtete Verhältniss zwischen beiden wird aufgehoben.

Das günstigste Verhältniss kann überhaupt nur für einen Moment bestehn, da mit dem Auftreten der lebendigen Kraft auch die Abnahme derselben beginnt; es würde aber auch dann nicht zu erhalten sein, wenn beide Factoren entsprechend angegriffen würden, da das Verhältniss, wie bereits angedeutet, kein abstractes, sondern ein concretes ist. — Unter diesen Umständen wird die Kraft nicht blos geschwächt, sondern auch verändert und wir können aus der durch Geschwindigkeit und Gewicht repräsentirten Kraftäusserung nicht mit Sicherheit die Wirkungen bestimmen, weil darüber nicht das Product der Factoren, sondern das im Moment ihres Wirkens vorhandene Verhältniss derselben entscheidet. Weder die Propulsion noch die Rotation werden bei gleicher arithmetischer Kraftäusserung auch gleiche Wirkungen zeigen, wenn die Verhältnisse zwischen Geschwindigkeiten und Gewicht, bezw. zwischen Schwingungszeiten und Radien sich geändert haben.

Wenn mit Steigerung der lebendigen Kraft die Wirkungen correcter werden, wie bereits angedeutet, so werden wir auch auf die nahen Distancen correcte Wirkungen erwarten dürfen. Die eigentliche Wirkung wird nach Umfang und Eigenthümlichkeit durch die Beschaffenheit des Ziels bestimmt, mit dem das bewegte Geschoss in unmittelbaren Contact geräth.

Das Geschoss wird den getroffenen Körper fortschleudern, theilweise oder ganz zertrümmern, durchbohren oder an dem Widerstande zersplittern.

Diese Wirkungen müssen wir trotz ihrer grossen Mannigfaltigkeit zu den gewöhnlichen rechnen, sie haben für die vorliegende Frage kein besonderes Interesse, da sie keinen Unterschied zwischen alten und neuen Waffen begründen und nicht geeignet sind, die geschilderten auffallenden Erscheinungen bei Schussverletzungen zu erklären. Wichtiger ist es, zu untersuchen, ob die fortgeschleuderten Körper und die geschaffenen Trümmer unter dem Einfluss der Propulsion und Rotation wirksam werden und ob wir die beobachteten und auffallenden Verwüstungen und Zerstörungen darauf zurückführen können. Die den Theilen des Ziels oder des Geschosses innewohnende Kraft und die durch dieselben vermittelte Wirkung kann nicht bedeutend sein. Es scheint mir gewagt, theoretisch feststellen zu wollen, welche Kraft von dem Geschoss auf die betreffenden Theile übergeht.

Vor der Entstehung derselben liegt der Zusammenstoss und

Digitized by Google

andere schwer wiegende Momente, welche die ursprünglichen Kräfte quantitativ und qualitativ verändert haben.

Das Vorhandensein der Trümmer, Splitter oder Abschmelzungen, wie des Schusscanals documentirt grossen Kraftverlust. Das fortschleudernde Geschoss hatte die vis inertiae, die sich zu verschiedenen Angriffsgeschwindigkeiten verschieden verhält, oder widerstrebende Bewegungen zu überwinden, das zertrümmernde, den festen Zusammenhang widerstehender Theile zu lösen und das durchbohrende hat sich einen Weg durch säulenförmig geordneten Widerstand bahnen müssen. Nach dem Anschlags- und Einschlagsmomente, in dem sich Angriff und Widerstand in den verschiedensten Gestalten und Qualitäten messen, sind nur noch Reste und Differenzen der zusammengetroffenen und wachgewordenen Kräfte vorhanden, Schwingung und Friction; Stoss und Cohäsion, Ruhe und Bewegung haben sich zum Theil ausgeglichen und aufgerieben.

Die verbliebene geschwächte Kraft kann nicht direct und voll auf die entstandenen Theile übergehn, weil das Geschoss, auch nach dem erfolgreichen Angriff, nur mit dem Widerstande gemeinsam auf die Trümmer wirken kann. Die directe und selbstständige Einwirkung der Propulsions- und Rotationskraft ist mit der Entstehung der Theile beendet und die noch verfügbare Kraft wird in ihrer Aeusserung durch die Gewichtsverhältnisse, Form und Beschaffenheit der geschaffenen Trümmer, wie bei dem defect gewordenen Geschoss durch den Substanzverlust bestimmt. Auch die Art der Entstehung der Theile, je nachdem sie der Centrifugalkraft, mechanischer oder chemischer Einwirkung ihr Dasein verdanken, wie der Punkt, wo sie entstehen, ob vorn, seitwärts u. s. w. dürfte bei ihrer ev. Wirksamkeit nicht ohne Einfluss sein.

Die hier nun im Allgemeinen begründete Folgerung, dass die mittelbaren Wirkungen der Geschosse nicht sehr hoch angeschlagen werden dürfen, wird durch die Wirklichkeit vielfach bestätigt.

Sehr grober Kies bringt, von Geschossen fortgeschleudert, an den Scheibenwänden kaum bemerkbare Wirkungen hervor und Steine, die das Gewicht des Geschosses nur wenig überbieten, werden durch den Anschlag nur schwach und meist wirkungslos bewegt.

Auch abgeschlagene Stücke zeigen keine erhebliche Kraft und wirken fast nur durch ihre Schwere. In einer Batterie vor Paris wurden 3 Mann durch Steinschlag, durch ein Stück Holz und durch gefrorene Erde, in einer anderen 4 Mann durch Steine auf den Kopf und ins Gesicht, wie durch Erdstücke, die von Bomben fortgeschleudert wurden, getroffen und keiner erheblich verletzt [1]).

1) Dass diese relativ geringe Kraft unter Umständen auch

Digitized by Google

Die Kraft der in Hohlgeschosse eingeschlossenen Projektile steht, wenn sie freigeworden sind, in keinem Verhältniss zu der durch die Masse und Geschwindigkeit repräsentirten Kraft, sie erscheint vielmehr nach den Gewichtsverhältnissen der Theile repartirt.

Selbst dann, wenn eine neu hinzutretende Kraft die auf die Trümmer übergehende Gewalt unterstützt, wie es z. B. durch die Sprengladung bei Granaten geschieht, ist eine der ursprünglichen Kraft nahekommende bei den Trümmern nicht nachzuweisen.

Bei den oben erwähnten Batterien sind unter 40 Verwundungen 25 als leichte und darunter 8 als Contusionen durch Bomben- und Granatsplitter aufgeführt [1]). Das Fortschleudern des getroffenen Körpers, die Zertrümmerung oder Durchbohrung des Ziels geht zunächst und hauptsächlich von der Propulsionskraft aus.

Das Hinzutreten der Rotation wird im Allgemeinen die correcten Wirkungen der Geschosse steigern, weil eine bohrende Kraft mehr leistet, als eine stossende oder schlagende, aber auch den Widerstand vermehren; wir werden deshalb auch zu untersuchen haben, ob durch den vergrösserten Contact, namentlich im Schusscanal, die mittelbaren Wirkungen ausgedehnter und umfassender werden.

Die getroffenen Theile werden, wenn sie die nöthige Freiheit haben, dem Stosse auszuweichen suchen, sich vorwärts oder seitlich bewegen und eine strahlenförmige resp. kegelförmige Ausbreitung zeigen.

Im Schusscanal sind die ergriffenen Theile durch die dahinter liegenden in ihren Bewegungen gehindert und können nur dann dieses Hinderniss überwinden, wenn von der angreifenden Kraft ein genügender Theil auf sie übergeht, oder wenn die ihnen mitgetheilte Bewegung auch die übrigen Umgebungen erfasst und in eine Richtung drängt. Die hier in Betracht kommende Centrifugal-Kraft, wie die Durchschlagskraft treiben bewegliche Körper und Theile derselben in radialer Richtung auseinander und es dürfte unumgänglich sein, zu untersuchen, ob die bei Infanterie-Geschossen vorkommende stärkste Rotation und Propulsion im Stande ist, zerstörende centrifugale Bewegungen und Schwingungen in den Umgebungen des Schusscanals hervorzurufen. Nach meiner Auffassung ist diese Frage zu verneinen.

---

verderblich wirken kann, wird dadurch keineswegs ausgeschlossen; der fortgeschleuderte Kies kann die Sehkraft vernichten und fortgerissene oder von Vollkugeln abgeschlagene Metallstücke furchtbare Zerstörungen bringen.

1) Diese relativ unbedeutenden Wirkungen sind durch die grösseren Anschlags- und Widerstandsflächen der Granaten- und Bombensplitter nicht zu erklären, denn diese bieten auch der Sprengladung ein ausgedehnteres Arbeitsfeld und bringen ein entsprechend grosses Gewicht auf die angegriffene Stelle.

Digitized by Google

So lange ein rotirender Körper durch überwiegende Centripetalkraft zusammengehalten wird, kann von einer freien Centrifugalkraft nicht die Rede sein, sie ist latent, der Körper kann nur mittelst Friction und Adhäsion durch die Schwungkraft wirken [1]).

Wenn die Umgebungen dem in tangentialer Richtung sich äussernden Stoffe nicht ausweichen können und durch die dahinter liegenden cohärirenden Theile gedrängt und gehalten werden, so wird der rotirende Körper durch völliges Zermalmen einer Zwischenschicht sich freie Bahn verschaffen oder die Umgebung selbst in eine kreisende Bewegung versetzen. Es kann dies nun allmählich und schichtenweise geschehn, so weit die Reibung resp. Adhäsion in die Umgebung einzugreifen und den Widerstand zu überwinden vermag.

Es ist dazu eine fortgesetzte Rotationsbewegung erforderlich, welche allmählich alle Schichten erfasst, durch eine Schicht auf die andere wirkt, ausserdem müssen die Schwingungen in einer Ebene liegen.

Die Peripherie der rotirenden Geschosse beschreibt aber keine Kreise und führt auch in dem möglichst grössten Schusscanal keine ganze Drehung aus, die seitliche Verschiebung ist kaum merklich [2]). Bei diesen Theilschwingungen und der die Wirkung derselben beeinträchtigenden Vorwärtsbewegung ist ein bemerkenswerthes Fortpflanzen der Rotationsbewegung auf die Umgebungen gar nicht möglich. Der davon abhängige Druck auf die festen Umschliessungen kann, wenn er sich überhaupt bis dahin erstreckt, keine sprengenden Wirkungen zeigen; selbst wenn wir die Kreisbewegung des Geschosses in höchster Potenz auf die berührten Theile wirken lassen. Auch die centrifugale Bewegung der Umgebungen erst eine Folge der kreisförmigen Bewegung, die Wirkung würde sich in tangentialer Richtung zeigen.

Bringen wir diese Resultate in Verbindung mit den Schussverletzungen, so würde die seitliche Verschiebung eines Punktes der Peripherie des Querdurchschnitts bei einem Schusscanal von 3.15 und 50 Ctm. Länge beim Chassepotgeschoss mit einem Radius von c. $\frac{11}{2}$ Mm. Länge = 1,4.6,8 und 22,6 Mm. betragen, beim Zündnadel-

---

1) Centrifugalkraft und Schwungkraft sind ihrem Wesen und Wirken nach ganz verschieden, obgleich sie aus derselben Quelle stammen.

2) Die Kraftäusserung einer schwingenden Peripherie ist allerdings an allen entsprechenden Punkten gleich, aber die Wirkung verschieden, je nachdem der angegriffene Körper mit einem Theil oder der ganzen Peripherie in Contact geräth.

Digitized by Google

geschoss mit einem Radius von $\frac{13,6}{2}$ Mm. = 1,68 . 8,4 und 28 Mm. — Diese Verschiebung vertheilt sich auf den ganzen cylindrischen Mantel, welcher der Länge des Schusscanals entspricht und ist nicht im Stande denselben in die Rotation hineinzureissen. Die Rotation kann nicht mit einem Schlage die Umgebungen erfassen und eine der seitlichen Verschiebung entsprechende Drehung bewirken, weil der vermittelnden Adhäsion die stärkere Cohäsion entgegenwirkt, die allerdings die Fortpflanzung der Bewegung begünstigt, aber auch den Widerstand der vorher ruhenden Theile vereint [1]). Durch die gleichzeitig wirkende Propulsion wird die Vollendung und Wiederholung der Schwingungen in einer Ebene und überhaupt unmöglich gemacht und jeder Punkt des rotirenden Geschosses in jedem Moment mit einem andern Punkt der Umgebung in Berührung gebracht. Die Schwingungen verlieren den Zusammenhang und zerfallen in zahllose Berührungsmomente, und mit dieser Theilung der rotirenden Peripherie in der Bewegungsrichtung zerfällt auch das Wesen der Rotation.

Den bisherigen Angaben wurde die ursprüngliche Rotationsgeschwindigkeit zu Grunde gelegt, und angenommen, wenigstens stillschweigend zugegeben, dass sie auch während der Durchbohrung eines Körpers ungeschwächt fortbestehe, in Wirklichkeit ist dies aber nicht der Fall. Die Einbusse an Kraft, welche das Geschoss beim Einschlagen in das Ziel erleidet, wirkt auf beide davon abhängige Bewegungen zurück; der getroffene Körper setzt den Widerstand gegen die Vorwärtsbewegung und die Rotation des Geschosses vorn und seitwärts fort, bis er durchbrochen oder die Gewalt des Geschosses zu Ende ist und wir haben es sogar wahrscheinlich gefunden, dass bei dem ausgedehnteren und wirksameren seitlichen Widerstande die Rotationsbewegung früher endet als die Vorwärtsbewegung. Keinesfalls kann die Rotationsbewegung die Vorwärtsbewegung überdauern oder unabhängig von derselben wirken; sie erlahmt und erlischt mit derselben spätestens zugleich. Es würde unrichtig sein, wenn man zugeben wollte, dass die Rotationsbewegung, wie z. B. bei einem fallenden Kreisel, fortdauern könne, wenn die Fallbewegung geendet hat und dass sich die schraubenförmigen

---

1) Wenn auch häufig und im Allgemeinen bei tropfbar flüssigen Körpern die Adhäsion die Cohäsion überwindet, so ist es doch hier bei den consistenten Umgebungen eines Schusscanals unzweifelhaft nicht der Fall, selbst wenn die leicht oder tropfbar flüssigen Ausscheidungen mit in Betracht gezogen werden. Um eine kreisende Bewegung der durchschossenen Theile hervorzubringen, würde starke Cohäsion derselben und wirksame Adhärenz an das Geschoss nothwendig sein; eine starke die Cohäsion aufhebende Adhäsion würde die Bewegung nicht fortpflanzen können.

Digitized by Google

Bewegungen, welche sich vorher auf den durchfallenen Raum vertheilten, nun an der Widerstandsfläche zu kreisförmigen Bewegungen verdichten könnten. Unter diesen Umständen würde die oben angegebene seitliche Verschiebung, welche bei der Wirkung auf die Umgebungen und durch dieselben allein in Betracht kommen kann, noch bedeutend geringer anzunehmen sein.

Wenn wir endlich noch die Grösse und Beschaffenheit der Berührungsflächen, welche bei kleinen Geschossen mit glatter Oberfläche der Friction und Adhäsion im Allgemeinen wenig günstig sind, beachten, so gelangen wir zu der Ueberzeugung, dass eine glatte Kugel oder ein glatter Cylinder beim Durchgehn durch einen Körper auf die umliegenden Theile keinen nennenswerthen Einfluss üben kann.

Im Wasser bringt die Rotation der Geschosse nur unbedeutende Schwingungen hervor, die ausserdem mehr von der Vorwärtsbewegung als von der Drehbewegung abhängig scheinen.

In einer zähen kleistrigen Masse ist allerdings die vermittelnde Adhäsion grösser und für die Einwirkung des rotirenden Körpers günstiger, aber auch der Widerstand, den die Masse bei der stärkeren Cohärenz der Theile in der kreisförmigen und centrifugalen Richtung leistet, ist bedeutender, die Masse schwerer in Bewegung zu setzen.

Die in die Bewegung hineingerissenen Theile erreichen niemals die Schnelligkeit des rotirenden Geschosses [1]); die kreisende Bewegung verlangsamt sich, je mehr sie sich von der rotirenden Peripherie entfernt und endet dort, wo die Kraft der Schwingungen an der Gegenwirkung scheitert oder mit ihr ins Gleichgewicht tritt.

Auch der davon abhängige Druck in radialer Richtung nimmt in entsprechendem Verhältniss ab, weil die verschiedenen kreisenden Schichten nicht gleiche Umlaufszeiten haben und nach anderen Gesetzen sich bewegen, als die um ein Centrum fest gelagerten Theile eines rotirenden Körpers.

Aehnlich verhält es sich mit dem Wirken der:

Schmelzproducte.

Wenn schon bei dem intacten Geschoss, nach dem Einschlagsmomente, eine directe Einwirkung auf die dadurch geschaffenen Trümmer und eine erhebliche weitere Wirkung der ursprünglichen Kräfte durch dieselben nicht wohl

1) Die motorische Kraft des Wassers müsste allmählich aufhören, wenn die Schrauben und Räder der Dampfschiffe den ergriffenen Schichten dieselben Schwingungen mittheilen könnten, als sie selbst an den Berührungsflächen vollführen.

Digitized by Google

anzunehmen ist, so dürfte noch weniger von dem defecten Geschoss, welches an dem Widerstande Kraft und Substanz zugleich verlor, eine durch die abgelösten Theile vermittelte zerstörende Wirkung zu erwarten sein. Es mag dahin gestellt bleiben, ob wir es hier mit wirklichen Abschmelzungen oder mit Zertrümmerungen oder mit einem Gemisch von beiderlei Erzeugnissen zu schaffen haben.

Die Frage über ihre Entstehung scheint mir durch die bisherigen Versuche nicht vollständig gelöst; die Form und das Verhalten der abgetrennten Theile zwingen nicht zu der Annahme, dass sie durch Schmelzen gebildet sind und die Natur des Blei's, welches im geschmolzenen Zustande mehr zu kugeligen als fadenförmigen Bildungen neigt, lässt bezüglich der haarförmigen Abspritzungen auch andere Erklärungen zu.

An den deformirten und defecten Geschossen ist, so viel mir bekannt, der Vorgang des Schmelzens nicht nachgewiesen.

Auch die Thatsache, dass die Gewehre verbleien, ist mit der Annahme, dass die Geschosse unter Umständen Abschmelzungen erleiden, schwer zu vereinigen.

Es soll keineswegs in Zweifel gezogen werden, dass durch heftigen Anschlag des Geschosses eine zum Schmelzen des Blei's ausreichende Hitze erzeugt werden könne, aber es muss auffallen, dass ausserhalb des Rohrs, im Ziele, Schmelzproducte entstehen sollen, die unter den viel günstigeren Vorbedingungen im Rohr nicht gebildet werden. Namentlich bei den Hinterladern sind die Vorgänge im Rohr derartig, dass wir die Bildung der Schmelzproducte vielmehr dort hinein, als in das Ziel verlegen müssten, wenn wir überhaupt bei der Annahme stehen bleiben, dass die Abspritzungen durch Schmelzen entstanden sind. Das Geschoss wird, bei gleichzeitiger Entwickelung einer bedeutenden Hitze, mit furchtbarer Gewalt [1]) aus seinem Lager, durch den konischen Theil des Rohrs, in den gezogenen engeren Theil und durch denselben hindurch getrieben und von den eingreifenden Balken plötzlich zu einer Rotationsbewegung gezwungen, welche die Einwirkung der Friction verstärkt und die Reibungsfläche grösser macht [2]). Der Stoss in der Längenrichtung wird zum Theil in Rotationsbewegung umgesetzt, weil das Geschoss durch die Balken

---

1) Das Pulver entzündet sich bei einer Temperatur von 250° R. Die ungeheure Hitze (c. 1200° C.), unter der die Gase sich entwickeln, im engen geschlossenen Raume, ergeben nach den niedrigsten Ansätzen einen Druck von mehr als 1800 Atmosphären.

2) Die innere Fläche des Rohrs, wie die Peripherie des Geschosses wird durch die Einschnitte erweitert, die Geschossbahn bezüglich der Reibungsfläche durch den Drall verlängert.

Digitized by Google

gewaltsam gehindert ist, die bereits begonnene einfache Bewegung fortzusetzen.

Dass die Geschosse bei diesem Vorgange, ausser der Veränderung in ihrer Peripherie, an dem Führungsringe, häufig auch andere nicht beabsichtigte Veränderungen erleiden, ist unzweifelhaft und viele unliebsame Erfahrungen haben bewiesen, dass es sehr schwer ist, das günstigste Verhältniss zwischen der Pulverkraft und den Constructions-Verhältnissen theoretisch festzustellen.

Das Geschoss wird theilweise zerrissen, wenn es den Zügen nicht folgen kann, mag dieses Uebersprungen in zu starker Propulsionskraft, oder in einem Missverhältniss derselben zum Drall oder in ungenügendem Verhalten der Angriffsseite der Züge begründet sein.

Das Zusammenwirken der furchtbaren Hitze und Gewalt könnte wohl Schmelzproducte erzeugen, oder die mechanisch abgerissenen Theilchen des Geschosses zu solchen umgestalten und es wäre nicht unmöglich, dass sie durch die Propulsionskraft auf ein nahes Ziel übertragen würden.

Für diese Möglichkeit sind besonders im Chassepotgewehr die maassgebenden Verhältnisse günstig und die Bedingungen, Abschmelzungen zu erzeugen, in viel höherem Grade vorhanden, als beispielsweise im Zündnadel-Gewehr [1]).

Bei dem Chassepot-Gewehr wird in einem engeren Raum eine grössere Hitze und grössere Kraft entwickelt und das Geschoss ist nicht, wie das Langblei des Zündnadel-Gewehrs, gegen die unmittelbare Einwirkung des Stosses, der Reibung und der Hitze, durch einen schlechten Wärmeleiter, den papiernen Spiegel geschützt.

Das Forcement und die Führungsfläche ist überdiess bei dem Chassepotgeschoss erheblich grösser, als bei dem Langblei des Zündnadel-Gewehrs und die Gewalt und Hitze wird bei ersterem auf eine kaum halb so grosse Angriffsfläche concentrirt.

Es dürfte weiter, wenn wir ein theilweises Schmelzen des Geschosses im Rohr nicht zugeben wollen, die Möglichkeit nicht

---

1) Chassepot: Gewehr-Kaliber . . 11 Mm.
Pulverladung . . . 5,5 Gr.
Geschoss-Kaliber . 11,6—10,65 Mm.
Geschoss-Länge . . 25 »
Zündnad.-G.: Gewehr-Kaliber . . 15,30—15,56 »
Geschoss-Kaliber . 13,6 »
Geschoss-Länge . . 27 »
Pulverladung . . 4,9 »
Chassepot: Spielraum . . . 0,35—min.0,6 »
Querdurchschnitt . 88 □ Mm.
Zündnad.-G.: Spielraum . . . 1,9—2 Mm.
Querdurchschnitt . 146 □ Mm.

Digitized by Google

ausgeschlossen sein, dass bei nahen Distancen durch den Stoss und die dabei entwickelte Wärme, der durch die Hitze und Reibung im Rohr bereits vorbereitete und geförderte Schmelzungsprozess vollendet wird und die Anschlagsflächen des erhitzten Geschosses zum Theil in den geschmolzenen Zustand übergehn.

Gewagter scheint es mir, in weiterer Entfernung, nachdem das Geschoss bereits abgekühlt ist, lediglich durch den Stoss erzeugte Abschmelzungen anzunehmen. Der blosse Anschlag müsste, um diese Wirkung hervor zu bringen, die durch die Explosion erzeugte Hitze, den Einfluss des gewaltigen Forcements, des Eingreifens der erhitzten Balken und der starken Reibung überbieten, obgleich die Kraft bereits erheblich abgenommen hat.

Die Erscheinung, dass sich kleinere Theile des Geschosses beim Anschlag lösen, wiederholt sich übrigens auf allen wirksamen Schussdistancen und ist keineswegs auf nahe Entfernungen beschränkt. Dr. Küster lässt es (nach Mittheilungen der Kölnischen Ztg.) unentschieden, ob wir Abschmelzung oder Zertrümmerung anzunehmen haben und man könnte die losgelösten Geschosstheile, ihrer zweifelhaften Genesis entsprechend, vorläufig Abspritzungen nennen, bis die Frage definitiv entschieden ist. Die vorhandene Gewalt ist gross genug, um Zertrümmerungen und Schmelzhitze zu erzeugen und wahrscheinlich haben wir es mit beiderlei Erzeugnissen zu thun. Ob aber im einzelnen Falle und überhaupt die ganze Bewegung in Wärme umgesetzt wird, wie weit bei diesem Vorgange die Einzeln- und Gesammtwirkung von Schlag und Hitze zur Geltung kommt und ob nicht unter Umständen die Zertrümmerung früher beginnt als das Schmelzen und dieses überholt, dürfte blos theoretisch nicht zu entscheiden sein [1]).

---

1) In dem mit einer Geschwindigkeit von 420 Met. bewegten Chassepotgeschoss beträgt die angesammelte Arbeitsgrösse, bei einem Geschossgewicht von p Kilgr. = p . 8996,4 Meter-Kilogramm.

Die Wärme, welche ein K. Wasser um 1° erwärmt, = 1 gesetzt, würden, um 1 K. Blei um 1° zu erwärmen, 0,0314 Wärmeeinheiten erforderlich sein und um diese hervorzubringen (da einer Wärmeeinheit 420 Meterkilogramm Arbeit entsprechen) 0,0314 . 420 = 13,188 Kilogrammeter Kraftaufwand, also für p Kilogr. = p . 13,188 Krafteinheiten.

Die Temperatur des Geschosses würde sich demnach bei p . 8996,4 vorhandenen Krafteinheiten um $\frac{8996,4}{13,188}$ zwischen 670 und 680° erhöhen und das Geschoss schmelzen können, da das Blei schon bei 330° schmilzt, wenn wenigstens die Hälfte der fortschreitenden Bewegung aufgehoben wird, ohne dass ein erheblicher Theil der erzeugten Wärme sich nach Aussen verliert oder auf den getroffenen Körper übergeht.

Digitized by Google

Die Entstehung der Abspritzungen hat überdies für die Entscheidung der vorliegenden Frage, den Grund der auffallenden Erscheinungen bei Schussverletzungen aus grosser Nähe nachzuweisen, keine besondere Bedeutung, da es keinen wesentlichen Unterschied machen dürfte, ob die jedenfalls festen Metallsplitter, Späne oder Fäden, einen Moment geschmolzen waren oder nicht; — ganz gleichbedeutend ist es freilich nicht.

Wichtiger aber ist es festzustellen, unter welchen Verhältnissen diese Abspritzungen entstanden sind und unter welchen Verhältnissen und mit welcher Kraft sie wirken. Die Art ihres Entstehens und die dadurch bedingten Gewichtsverhältnisse werden im Allgemeinen die Wirkungen derselben bestimmen und diese um so unbedeutender sein, je mehr sich die Abspritzungen als reine Schmelzproducte erweisen. Schmelzproducte müssen unter der Gewalt des Stosses, welcher sie erzeugt, in äusserst feine Bildungen zerstäuben, von denen sich keine zerstörenden Wirkungen erwarten lassen. Anders verhält es sich mit den Trümmern eines Geschosses, die im Verhältniss ihrer Gewichte und Solidität verderblich werden können [1]). Die Beschaffenheit des getroffenen Körpers wird auf die Bildung der Abspritzungen von wesentlichem Einfluss sein.

Sie entstehen unter der Einwirkung einer grossen Kraft und eines starken Hindernisses, sie sind Erzeugnisse einer mechanischen Gewalt, Gebilde eines kurzen Anschlags- oder Percussions-Moments.

Die in Betracht kommende Gewalt haftet an dem bleiernen Geschoss, dem die Knochen im Körper ein starkes Hinderniss entgegensetzen; die Abschmelzungen entstehen also am oder im durchbohrten Knochen, zwischen diesem und dem Geschoss, zunächst vorn, weiter auch seitlich, zwischen dem Geschoss und der inneren Seite des Schusscanals.

Die Bildung der Schmelzproducte beginnt erst, nachdem die Bedeckung der Knochentheile durchschlagen ist, sie setzt sich fort, so lange Kraft und Hinderniss stark genug sind, die Schmelzhitze zu erzeugen und hört auf, wenn die Kraft überhaupt oder an dem Hinderniss erlahmt oder dessen Widerstand durchbrochen hat.

Die Abspritzungen lösen sich nicht in Folge der

---

1) Die an dem Cuirass aufwärts getriebenen und in den Hals eingedrungenen Bleistücke dürften hierher zu rechnen sein. Ihr Aussehn zeigt, dass sie nicht durch Schmelzen entstanden sind. Unter den gegebenen Verhältnissen, bei der Heftigkeit des Angriffs eines Chassepot-Geschosses auf etwa 15 Met. Entfernung und dem Widerstande, den der Cuirass entgegensetzte, konnten Schmelzproducte von der Grösse einer Linse und solider fast würfliger Form mit Kanten und Ecken nicht entstehn. Bei derartigen compacten Schmelzproducten müssen starke Brandwunden nachweisbar sein.

Digitized by Google

Centrifugalkraft, welche den Zusammenhang der Theile sprengt, sonst müsste das Geschoss schon im Rohr, wo bei der grössten Anfangsgeschwindigkeit die Rotationsgeschwindigkeit am grössten ist oder bald nachher, auseinander fliegen, sondern weil durch Schlag und Hitze der feste Zusammenhang mit dem Stammgeschoss verloren ging.

Es wohnt ihnen keine lebendige Centrifugalkraft inne, weil sie kein Erzeugniss derselben sind, sie streben nicht auseinander, sondern folgen dem gegebenen Stoss, der sie auseinander treibt.

Die Vorgänge beim Einschlagen des Geschosses stellen kein Auseinandersprengen von Innen nach Aussen, keine Explosionserscheinungen dar, welche radiales Auseinanderfliegen der Theile bedingen, sondern die Zerstörung beginnt von Aussen und setzt sich nach Innen in dem Verhältniss fort, wie die angreifenden und zerstörenden Kräfte walten. Die Gesetze der Centrifugalkraft können auf diejenigen Theile, welche von einem rotirenden Körper, an irgend einem Hinderniss, abgeschlagen werden oder in Folge von Hitze, Kälte und dgl. sich lösen, nicht angewendet werden.

Die durch Rotation erzeugte Centrifugalkraft geht nur dann auf die Theile des rotirenden Körpers über, wenn sie die Cohäsion derselben zu überwinden und sie auseinander zu reissen vermochte.

Dem Moment der Entstehung der Abspritzungen ging als alleinige Ursache derselben ein starkes Hinderniss der Vorwärts- und Rotationsbewegung voraus und ihr Dasein bezeichnet zugleich einen wesentlichen Kraft- und Substanzverlust des Geschosses.

Alle Factoren haben sich verändert und selbst, wenn das Wirken der Centrifugalkraft hier zugestanden werden müsste, würde doch die gegebene Berechnung derselben nicht als richtig gelten können, weil die sämmtlichen Glieder der Gleichung nicht mehr richtig sind: Propulsions- und Rotationsgeschwindigkeit, Gewicht und Durchschnitt haben sich geändert [1]).

---

1) Die Berechnung der Centrifugalkraft, welche bei dem ungeschwächten rotirenden Chassepotgeschoss dem 11520fachen Gewicht des abspringenden Theilchens gleich kommen würde, giebt keinen Anhalt für die Wirkung derselben, so lange Cohärenz oder Adhärenz und Gewicht der Theile erfolgreich widerstehen. Die Summe von Centrifugalkraft, welche in dem Geschoss durch Rotationsbewegung angesammelt werden kann, wird durch die Höhe des jedesmaligen Widerstandes bestimmt, sie kann sich über diese Grenze hinaus nicht häufen; der Ueberschuss der sprengenden Gewalt über die zusammenhaltende muss als freie Centrifugalkraft geltend werden. Bis zum Moment des Sprengens ist die Centrifugalkraft gebunden und bei dem Chassepotgeschoss tritt dieser Moment gar nicht ein,

Digitized by Google

Das noch feste, aber defecte und geschwächte Stammgeschoss kann auch die ihm noch innewohnenden Reste von Propulsions- und Rotationskraft nicht mehr direct und voll auf die Abspritzungen übertragen, weil durch den Stoss, welcher sie erzeugte, der bedingende Zusammenhang gelockert und aufgehoben ist.

Durch die mechanische Gewalt, welche direct oder durch Wärmeentwickelung ihr Losreissen vom Stammgeschoss bewirkte, werden sie auch dem ferneren Einfluss desselben entzogen und zwischen ihrer Entstehung und Trennung vom Geschoss giebt es keinen Moment, in dem die Rotation des Geschosses wirksam eingreifen könnte.

Dass sie eine ihnen eigenthümliche Rotationskraft aus dem früheren Verhältniss mit hinüber genommen hätten, ist nicht anzunehmen, da der heftige Zusammenstoss dazwischen liegt, welcher durch Trennung derselben vom Geschoss thatsächlich einen überwiegenden Einfluss auf ihr ferneres Verhalten gewonnen und bekundet hat.

Eine Rotationsbewegung der einzelnen Theile wird dadurch nicht ausgeschlossen, vielmehr durch die verschiedene Geschwindigkeit ihrer in radialer Richtung gelegenen Endpunkte, wie durch verschiedene Schwerpunktslage bedingt.

Wie wir uns auch den Vorgang bei Entstehung, der Abspritzungen denken mögen, eine eigentliche Rotationsbewegung resp. -Kraft können wir ihnen nicht zugestehn. Die einzelnen Bruchtheile des Geschosses müssen fortan den durch den Anschlag und ihre eigenthümliche Beschaffenheit bedingten Wurfgesetzen folgen. Dieselben Verhältnisse, welche ihre Existenz bedingten, bestimmen auch ihr ferneres Verhalten.

Form- und Grössenverhältnisse zwischen Geschoss und Widerstand, wie das besondere Wirken der angreifenden und widerstrebenden Kräfte führen zahllose Modificationen herbei. Die Abspritzungen z. B. werden sich verschieden verhalten, je nachdem äussere Gewalt oder Veränderung der Cohäsion die Ursache der Trennung ist.

Die Bleitröpfchen, welche sich an der Oberfläche des Geschosses bilden, können bei ihrer geringen Adhäsion an die festen Theile den Bewegungen desselben nicht mehr folgen und werden einfach abgeschüttelt.

---

sie bleibt gebunden; das Geschoss kann nur in der erörterten Weise und unter den durch den Anschlag veränderten und neugeschaffenen Verhältnissen auf und durch die Theile wirken.

Digitized by Google

Aehnlich erging es den Culots verschiedener Expansionsgeschosse, sie wurden sehr häufig zurückgelassen und fielen in der harmlosesten Weise dicht vor dem Rohr zu Boden, anstatt die ihnen angedichteten Kraftproductionen auszuführen.

Ihre Kraft steht deshalb auch in gar keinem Verhältniss zur Rotationsgeschwindigkeit und in keinem einfachen zur Vorwärtsbewegung, sie wird vielmehr bestimmt durch die Grösse der Propulsionskraft und den Grad des Widerstandes.

Der Zusammenstoss ergiebt, nach Abzug der zur Aufhebung der Cohäsion resp. zur Erzeugung der Abspritzungen verwendeten Kraft, die Gewalt, welche sie auseinander schleudert.

Die Kraft der Abspritzungen hängt demnach wesentlich und ausschliesslich von der mechanischen Einwirkung ab, der sie bei und nach ihrer Entstehung ausgesetzt sind.

Ihre Wirkung kann nicht sehr bedeutend sein, wenn wir auch die treibende Kraft noch so hoch anschlagen wollen, es fehlt der Stoff, der sie wirksam macht; die grösste Gewalt kann aus einem kleinen Schrotkorn keine zerstörende Kugel machen, oder sich mit einem zerstäubenden Bleitröpfchen verbinden.

Die fortgeschleuderten Abschmelzungen haben eben so wenig Kraft, als die unter dem gewaltigen Eisenhammer abspritzenden Schlacken. Wir dürfen auch nicht unbeachtet lassen, dass die treibende Kraft nicht, wie im Rohr, unter günstigen Verhältnissen in einer Richtung, sondern nach verschiedenen Richtungen wirkt und die Aeusserungen derselben nicht künstlich gefördert, sondern durch die Umhüllungen u. s. w. meist gehindert wird.

Noch weniger Kraft können diejenigen abgespritzten Theilchen zeigen, welche von dem Geschoss mit fortgerissen werden.

Welche Kräfte wir auch auf die Abspritzungen wirken lassen, es ist immer nur ein Ueberschuss derselben Kräfte, die sie hervorgerufen haben und das Zusammenwirken der geschwächten und getheilten Factoren, der Rest von lebendiger Kraft und Bruchstücke des Geschosses, des Trägers derselben, können niemals den Wirkungen eines mit normaler Geschwindigkeit bewegten und mit voller Kraft einschlagenden intacten Geschosses nahe kommen oder mit denselben verglichen werden. Eine irgend erhebliche Durchschlagskraft dürfte deshalb den Abspritzungen nicht zuzuschreiben sein. Diese Folgerung wird durch die Erfahrung vielfach bestätigt. Die an den Scheiben-

Digitized by Google

ständen häufig vorkommenden Abspritzungen hängen sich in äusserst feinen Bildungen an die von ihnen erreichten Gegenstände an, ohne eine bemerkenswerthe Wirkung auf der Oberfläche hervorzubringen; sie bleiben selbst an der Scheibenleinwand hängen.

Ich erinnere mich nicht, dass sie bei Menschen, die zufällig davon getroffen wurden, an Körpertheilen oder der Bekleidung eine wirkliche Verletzung angerichtet hätten. Mir scheinen diese Erfahrungen mit den hier vorgeführten Ergebnissen der angestellten Versuche zum Theil völlig in Einklang zu stehn, zum Theil wenigstens leicht damit in Einklang zu bringen.

Es heisst S. 58 der Sitzungsberichte: »Einige abgeschmolzene Bleitheile prallen von dem Cuirass zurück, andere dringen mit der Kugel durch. Auch von den durch den Panzer dringenden Sprengstücken hat ein Theil die lebendige Kraft so weit verloren, dass er unschädlich auf dem Brustkorbe liegen bleibt, ein anderer dringt nur oberflächlich an verschiedenen Punkten in die Haut und Muskeln; der Rest schlägt mit der Kugel durch die Wände der Rumpfhöhlen und richtet hier so wie es eine Ladung Schrot oder gehacktes Blei thun würde, eine grosse Verwüstung an. Aber nicht nur die Schmelzproducte des Blei's werden als fremde Körper in die Wunde gerissen, sondern es fliegen auch Metallstücke des Panzers in den Körper«. Nach diesen Beobachtungen erweist sich ein Theil der Abspritzungen und zwar, nach meiner Auffassung, derjenige Theil, der auf die eigene Kraft angewiesen bleibt, als unwirksam, ein anderer Theil wird durch das Hinderniss und durch das Geschoss mechanisch fortgeschleudert und fortgerissen. Die unmittelbar von dem Geschoss erfassten und vor ihm hergetriebenen Sprengstücke dringen mit derselben in und durch das Ziel, aber sie können im Körper keine schrotschussähnliche Wirkung äussern, weil sie keine eigene Flugkraft haben und sich nur so weit bewegen, als das Geschoss sie treibt. Sie bewegen sich auf Kosten des Geschosses nur so lange mit gleicher Geschwindigkeit, als sie von diesem geschoben und gestossen werden. Die seitlich geschleuderten Abspritzungen haben nicht die Kraft, einen Körper zu durchdringen und ich möchte bezweifeln, dass neben dem Einschuss ein wirkliches Eindringen derselben nachweisbar ist; die an der Peripherie abgerissenen Geschosstheilchen fallen vielfach an dem Entstehungspunkte ab, oder werden beim Durchschlagen von Metall und dgl. rückwärts geschleudert; vorwärts fliegen sie nur dann, wenn die Widerstandsfläche kleiner ist, als die Angriffsfläche und der Widerstand die Cohäsion überwindet. Ich kann mich deshalb auch nicht der Annahme anschliessen, dass die an der Rückenplatte des Cuirasses vorgefundenen Bleistücke durch eigene Kraft dorthin gelangt sein könnten. Es heisst l. l. »Auf der Innenseite der Rückenplatte findet man ausser der Ausgangsöffnung der

Digitized by Google

Kugel losgesprengte Bleistücke liegen, welche zwar noch die Kraft hatten, den Körper zu durchbohren, aber von der Metallplatte zurückgehalten wurden«. In diesem Falle müssten, um den Ausschuss herum, auch die Ausgänge der in kegelförmiger Ausbreitung durch den Körper hindurchgegangenen Bleistückchen nachweisbar sein.

Die an der Rückenplatte vorgefundenen Bleistücke sind sicher nicht mit eigener Kraft, sondern nur im festen Anschluss an das Geschoss und mit demselben durch den Körper dorthin gelangt oder an der Metallplatte erst entstanden, vielleicht auch durch die concentrisch gebogenen Metallplatten auf der Innenseite dorthin geleitet worden [1]).

Die nahe liegende und auch angeregte Frage, ob der Cuirass gegenüber den Geschossen der neuesten Handfeuerwaffen, seinen Zweck als Schutzwaffe noch erfüllen könne, würde von verschiedenen Gesichtspunkten aus zu erörtern und je nachdem verschieden zu beantworten sein. Im Allgemeinen dürften die bei einem Theil der Cavallerie gebräuchlichen Schutzwaffen dem humanistischen Zweck mehr entsprechen als dem cavalleristischen; die Cuirassiere werden wie die übrige Cavallerie zusammengeschossen, aber es bleiben weniger Leute.

Vom humanistischen Standpunkt aus, muss der Cuirass auch jetzt noch für zweckmässig gelten.

Wenn er auch bei seiner dermaligen Beschaffenheit von einzelnen Geschossen durchschlagen wird und namentlich die Langgeschosse geeignet sind, diesen Schutz unzulänglich erscheinen zu lassen, so steht doch anderer Seits auch fest, dass dieser Fall nur unter besonderen, von dem Winkelverhältniss der Geschossaxe zum Cuirass abhängigen Umständen eintreten wird und dass die allergünstigsten Verhältnisse für den Schützen und die unglücklichsten für den Reiter zusammentreffen müssen, wenn der letztere durch ein kleines Geschoss, durch den Cuirass hindurch, ausser Gefecht gesetzt werden soll. Viele kleine Geschosse und Granatensplitter prallen wirkungslos von dem Cuirass ab, andere sind weniger gefährlich oder ganz unschädlich, nachdem sie ihn durchschlagen haben. Die Verlustlisten, soweit sie einen Anhalt bieten, bestätigen die Annahme, dass der Cuirass immer noch, und häufig, seinen Zweck erfüllt. Ich möchte auch die Möglichkeiten, dass durch herausgeschlagene Metall-Stücke die Gefahr für den Träger vergrössert werden kann und Theile des Projektils erst durch den Rand auf den Körper hingeleitet werden, nicht gegen diese Schutzwaffe geltend machen.

Der Uebelstand, dass grosse unregelmässig gezackte Metallstücke herausgeschlagen und in die Wunde geschleudert werden, bekundet unzweckmässige und schlechte Beschaffenheit des Metalls und würde lediglich der Fabrikation zum Vorwurf gereichen, und der unter Umständen nachtheilig wirkende Rand könnte anders gebogen oder weggelassen werden.

Es lassen sich Schutzwaffen construiren, welche die gerügten Mängel nicht mehr haben und wir können auch den neuesten Ge-

Digitized by Google

Wenn wir die Rotation in Verbindung mit der Vorwärtsbewegung nach den Schwingungszeiten und nach dem Raum, den das Geschoss bei einer vollendeten Schwingung zurückzulegen hat und den es vermöge seiner Percussionskraft im Ziele überhaupt zurücklegen kann, bemessen, so gelangen wir zu der Ueberzeugung, dass sie nicht ausreicht, die Umgebungen des Schusscanals und die abspritzenden Theile des Geschosses in eine so gewaltige centrifugale Bewegung zu versetzen, dass dadurch Sprengungen des Schädels und der Röhrenknochen und ein Zerstören und Auseinanderwerfen der Weichtheile und Gewebe veranlasst werden könnte.

Auch die ungeschwächte Rotationskraft würde nicht genügen, die Abspritzungen wie gehacktes Blei bei einem Schuss wirksam zu machen oder die von Knochen umschlossenen Weichtheile in eine zerstörende Bewegung zu versetzen, es gelangt aber, wenn überhaupt, nur ein unbedeutender Rest in den Schusscanal, der keinenfalls im Stande ist, explosionsähnliche Erscheinungen hervorzurufen.

Dr. Küster führt die weitergehenden Zerstörungen bei Schussverletzungen aus grosser Nähe hauptsächlich auf Verschiedenheiten der Beschaffenheit des Blei's zurück, aber es scheint mir, dass die Natur des Blei's nicht so verschieden ist, wie hart und weich und ich möchte bezweifeln, dass das Hartblei c. p. die Humanisten befriedigen würde und dass wir humanere Triumphe feiern würden, wenn das Weichblei dem internationalen Verdict verfiele [1]).

---

schossen annähernd ausreichenden Widerstand entgegenstellen. Schützen wird der Cuirass immer, nicht blos gegen die blanke Waffe, sondern auch gegen kleine Geschosse. Vielleicht wäre zu erwägen, ob nicht, wie früher, der Rückenharnisch wegzulassen und der Brustharnisch angemessen zu verstärken sei.

Anders stellt sich die Frage vom kavalleristischen Standpunkte aus. Bei der geschlossenen Attacke kommt der Reiter weniger als Kämpfer, wie als Rosselenker in Betracht, das eigentlich cavalleristische Element beruht in dem Pferde. Mit dem Cuirass wird durch vermehrtes Gewicht die Vehemenz der angreifenden Kraft geschwächt, aber der Träger derselben, von dem die vernichtende Attacken-Wirkung abhängig ist, das Pferd, nicht geschützt. Das Geschoss, welches das ungedeckte Ross niederwirft, vernichtet auch den geharnischten Reiter und während das reiterlose Pferd, wenn es im Gliede bleibt, die nächste Aufgabe noch erfüllen kann, wird der Cavallerist, dessen Pferd gefallen ist, militairisch hinderlich.

Entsprechend den gebotenen Flächen müssen die Pferde öfterer, als die Reiter getroffen werden und der von dem Cuirass dem Reiter gewährte Schutz kann nur in geringem Verhältniss für die Attacke wirksam werden.

1) v. Plönnies hat, wenn auch aus anderen Gründen, zur Vermehrung der Festigkeit, Glätte und Elasticität aus einer Legirung von 96,5 % reinem Weichblei und 3,5 % reinem Antimon, Geschosse hergestellt, welche auf 900 Met. Distanz eine 2,5 Mm. dicke Platte von gewalztem Eisen durchdrangen, nachdem sie 20 bis 40 Schritt vor der Scheibe aufgeschlagen waren.

Digitized by Google

Es ist aus den kurzen vorliegenden Angaben [1]) nicht zu ersehen, wie die von »Weichkugeln« angerichtete »ungeheure Metzelei« zu denken ist, da das Geschoss im Ziele erst, nicht vor demselben die Explosionserscheinungen zeigt und sich die Wirkung derselben im Allgemeinen auf das getroffene Individuum beschränken wird.

Wenn auch unter Umständen ein Infanteriegeschoss 2 bis 3 Menschen durchbohren kann, so kann es doch nicht ein Geschoss, welches an einem starken Widerstande einen Theil seiner Kraft verloren hat und defect geworden ist; wir können nicht annehmen, dass dieselben Erscheinungen sich nun im zweiten und dritten Körper wiederholen oder es gar für möglich halten, dass ein Hinderniss, welches stark genug ist, einen Theil des Geschosses zu zerstören, nun von diesen abgesprengten Theilen durchschlagen wird. Die aus solchen Vorgängen neu ent-

---

1) Dr. Küster hat auf Grund der Versuche, welche er in Betreff der Wirkungen von Geschossen verschiedener Gewehre auf den thierischen Körper angestellt hat, Propositionen formulirt, welche, wie die M. Z. glaubt, auf dem in Aussicht genommenen internationalen Kriegsvölkerrechts-Congress Erwägung finden werden. Diese Vorschläge sind hauptsächlich folgende: »Es wird in Zukunft für die Beurtheilung der Schwere einer Verletzung von grosser Bedeutung sein, dass man ungefähr festzustellen suche, aus welcher Entfernung und mit welchen Gewehren die Verletzung hervorgerufen wurde, ferner, ob die Kugel aus Hartblei oder Weichblei bestand. Indessen ist im Interesse der Humanität zu wünschen und zu hoffen, dass diese Erörterungen überhaupt sich als überflüssig erweisen. Durch internationale Verträge sind Sprenggeschosse kleineren Kalibers verboten worden. Wenn sich nun ergeben hat, dass Kugeln aus Weichblei wenigstens auf nahe Entfernungen eben so verheerend wirken, wie Sprenggeschosse, dass ein Nahekampf mit Weichkugeln nichts als eine ungeheure Metzelei sein würde, so müssen alle Hebel in Bewegung gesetzt werden, um auch für das Weichblei ein internationales Verdict auszuwirken. Man hat — nach eingezogenen Erkundigungen — ursprünglich Parallelversuche mit Hartblei und Weichblei gemacht und letzteres, obwohl es dem Hartblei in Präcisionsleistung nachsteht, gewählt, weil seine Herstellung etwas billiger ist. Das ist aber bei einer so ausserordentlich humanitären Frage kein durchschlagender Grund. Schon im letzten Kriege sind die genannten Verletzungen nicht so selten zur Beobachtung gekommen und sind vielleicht noch häufiger unbeachtet geblieben, weil die Opfer sofort getödtet wurden. Bei gewissen Kämpfen aber, in welchen die Gegner auf nächste Distanz sich gegenüberstanden, wie bei der Erstürmung von Le Bourget, ist den Aerzten schon die Häufigkeit der schweren Körperverletzungen und die Grösse der Ausgangsöffnungen aufgefallen. Da man damals die Verletzungen gar nicht zu erklären wusste, so kam man auf den Gedanken, es müsse sich um Sprenggeschosse handeln, und bald erhoben sich Anschuldigungen über Anschuldigungen, welche den Gegner einer unnöthigen Barbarei bezichtigten«.

Digitized by Google

wickelte Kraft kann nie die Stärke der bedingenden Gewalt erreichen. Es würde also unter der »ungeheuern Metzelei« nicht eine Vermehrung der Opfer, sondern eine schwerere Verwundung derselben zu verstehen sein. Auch wenn man die aus Weichblei bestehenden Geschosse den vielfach überschätzten Sprenggeschossen völlig gleichstellen wollte, würde eine andere Art von Metzelei dadurch nicht erklärlich werden.

Schliesslich dürften noch die durch Percussion oder Schlag erzeugten Schwingungen zu erwähnen sein. Die ergriffenen Theilchen werden gewaltsam und plötzlich auf die umgebenden geworfen und diese dadurch ebenfalls gedrängt und in Bewegung gesetzt oder radial ev. kegelförmig auseinander getrieben. Sie weichen nach Aussen, Oben oder Unten oder gleichzeitig nach diesen Richtungen aus.

Mit der excentrischen Wirkung des Schlages tritt sofort die concentrische Gegenwirkung ein, wenn der schlagende Körper, wie hier das Geschoss, die getroffene Stelle nicht ausfüllt, sondern räumt.

Diese Gegenwirkung ist verhältnissmässig stark, da sie in der Richtung nach dem frei gewordenen leeren Centrum erfolgt und dort nicht, wie nach der Peripherie hin, erweiterten und vermehrten Widerstand findet.

Die Schwingungen nehmen in steigendem Verhältniss ab, je mehr sie sich von ihrer Entstehungsstätte entfernen und concentrisch erweitern. Dadurch wird es erklärlich, dass sie im Allgemeinen und namentlich dann unbedeutend sind, wenn die getroffenen Theile nach allen Seiten ausweichen können und leicht beweglich sind. Diese Freiheit und Beweglichkeit, wie das Streben der verdrängten Theile, ihren früheren Platz wieder einzunehmen, die Rückwirkung, welche die leere Stelle wieder auszufüllen strebt, beeinträchtigen die Intensität der Schwingungen und sie erschöpfen ihre Kraft zum grossen Theil in einem nach verschiedenen Seiten bemerkbaren Streben nach Gleichgewicht.

Sie unterscheiden sich dadurch wesentlich von Roll- und Wellenbewegungen, die Lawinen und grosse Wellenberge schaffen und aus der Bewegung und dem bewältigten Widerstande neuen Stoff und neue Kräfte sammeln. Wenn die getroffene Masse nicht compressibel und durch Umschliessungen gehindert ist, den Platz zu räumen, so wird der angreifende Körper, hier das Geschoss, nicht eindringen können oder durch die angegriffenen Theile die Umschliessungen sprengen.

Bei diesem Vorgange müssen die Schwingungen an der Oberfläche am stärksten sein und sich in der Flugrichtung allmählig ver-

Digitized by Google

lieren, da das Geschoss selbst nicht eindringen kann. Eine Sprengung und unmittelbar darauf folgendes Eindringen des Geschosses dürfte nach dem früher Gesagten nicht wohl anzunehmen sein, da ein Geschoss eine einmal verwendete Kraft nicht wieder aufnehmen kann.

Dass diese oberflächlichen Schwingungen grosse Wirkungen hervorbringen können, dürfte schon nach diesen Andeutungen nicht wahrscheinlich sein.

Die durch das Geschoss in der Einschliessung hervorgerufene. Zerstörung wird allerdings durch den schwingenden Inhalt gesteigert werden, weil der Stoss nach Aussen besonders wirksam ist und die ausgleichenden, die Zerstörung beschränkenden Vibrationen der Einschliessungen hemmt oder unterbricht; ein gefülltes Gefäss wird mehr leiden als ein leeres, wenn es von einer Kugel durchschlagen wird.

Der von solchen Schwingungen direct und in radialer also senkrechter Richtung auf die Umschliessungen geübte Druck ist grösser, als der, welcher unter gleichen Verhältnissen durch kreisende Bewegungen auf die Peripherie vermittelt wird, da diese in tangentialer Richtung wirkend, die Umschliessungen spitzwinklig treffen, aber dennoch nicht bedeutend genug, Sprengungen von Knochen, und weitergehende Zerstörungen durch eingeschlossene Weichgebilde hervorzurufen. Selbst ein gleichzeitiges Wirken der vorwärtsstrebenden und rotirenden Bewegung, wie der Abschmelzungen würde ein Sprengen von innen nach aussen nicht erklären können, weil die genannten Factoren nicht in einer Richtung wirken, und überdies nur Reste und Modificationen der im Gewehr entwickelten einheitlichen Propulsions-Kraft sind. Es fehlen ausserdem alle Vorbedingungen, unter welchen sie »mittelst des hydraulischen Drucks und der Centrifugalkraft« auf die festen Einschliessungen wirksam werden und explosionsähnliche Erscheinungen hervorrufen könnten. Beide Bewegungen sind zum Theil aufgehoben und in Wärme umgesetzt und die feste Umschliessung gesprengt oder durchschlagen, ehe die etwa noch vorhandenen Rotation und Propulsion den Inhalt erfasst. Auch die sonstigen Verhältnisse sind für die angeführten Wirkungen durchaus nicht günstig. In einer unnachgiebigen Substanz, namentlich so lange sie eingeschlossen ist, pflanzt sich der Stoss in der Seitenrichtung nur unvollkommen oder gar nicht fort, weil für die vermittelnden Schwingungen kein Raum vorhanden ist, selbst wenn die Theile leicht verschiebbar und elastisch sind. Die Wirkung des hydraulischen Drucks wird in der Stossrichtung liegen und sich im Allgemeinen auf diese beschränken, gleichviel, ob der Stoss den Widerstand überwindet oder nicht. Die Rotationsbewegung, so weit sie überhaupt noch anzunehmen ist, kann unter

Digitized by Google

diesen Umständen kaum wirksam werden und eine etwaige centrifugale Bewegung der Theile würde lediglich auf die Propulsion zurückzuführen sein.

Es soll nicht weiter erörtert werden, ob die Gehirnmasse und das Mark die betreffenden Räume so vollständig erfüllen und unnachgiebig sind, dass das Eindringen eines Chassepotgeschosses einen zerstörenden Druck der Weichgebilde auf die festen Umschliessungen bedingt, aber doch dürfte anzuführen sein, dass in derartigen Fällen der äussere Befund dieser Weichgebilde die Annahme eines vorangegangenen heftigen Drucks in Folge eines nach allen Seiten fortgepflanzten Stosses der Kugel, oder eines durch Rotation veranlassten Durcheinanderwirbelns, wenigstens häufig, auszuschliessen scheint. Die Elasticität dieser Theile würde die angedeuteten, offenbar zerstörenden Vorgänge nicht wieder ausgleichen können, aber anderer Seits einem Durchgange des Geschosses günstig sein.

Der durch Percussion und Rotation kleiner Geschosse hervorgerufene Druck würde sich annähernd experimentell leicht feststellen lassen [1]). Die eigenthümliche Wirkung von Geschossen auf gefüllte Blechgefässe dürfte mehr disharmonirenden, an den zusammengelötheten Näthen gehinderten und unterbrochenen Schwingungen der Metalltheile zuzuschreiben, als auf die durch Propulsion oder Rotation veranlassten Schwingungen des Inhalts zurückzuführen sein.

Die Schwingungen pflanzen sich auch in Metallen nicht nach allen Seiten gleichmässig fort und scheinen einer gewissen polaren Richtung zu folgen, welche durch die Lagerung der Theilchen angedeutet ist. Grosse Spannungen und gewaltige Erschütterungen mögen darin eine nothwendige Ableitung und gefahrlose Ausgleichung finden, während eine Hemmung und Unterbrechung derselben zu Catastophen führt. Manche Vorkommnisse beim Zerspringen von Gewehren und Geschützen sind kaum anders, als durch diese Annahme zu erklären. Bei einem Blechgefäss ist aber eine gleichmässige Vibration nicht möglich und es muss bei einer starken Erschütterung dort aueinander reissen, wo die ungleichmässigen Schwingungen zusammenstossen oder sich nicht fortpflanzen können.

Es scheint mir zweifelhaft, ob in diesem Falle die Zerstörung des Gefässes dem durch das Geschoss veranlassten hydraulischen Druck zugeschrieben werden könne.

---

1) Wenn man in einer geeigneten Masse dem in radialer und concentrischer Richtung erwarteten Druck, in verschiedenen Entfernungen vom Centrum und an verschiedenen Punkten, leicht nachgebende Körper von bestimmter Grösse, etwa Korkplatten von 1 □ Cm. Fläche, entgegengestellt, so werden sich, wenn rotirende und nicht rotirende Projectile die Masse im Centrum durchbohrten, aus ihrer veränderten Lage für die Beurtheilung der seitlichen Wirkung der Geschosse brauchbare Anhalte ergeben.

Digitized by Google

Der hydraulische Druck beruht wesentlich in der Unnachgiebigkeit des Wassers und kann nur durch eine andere Kraft vermittelt werden; ob dazu ein räumlich eng bemessener Schlag genügt, mag dahin gestellt bleiben, es tritt aber noch der Umstand hinzu, dass in dem Augenblick, wo die Wirkung beginnt, die Basis derselben durchlöchert wird und eine Hauptbedingung des hydraulischen Drucks, dass das Wasser nicht ausweichen kann, sofort in Wegfall kommt.

Jedenfalls muss der Druck am Einschuss, um das Geschoss herum, beginnen und am stärksten sein und wenn das Geschoss die Einschliessung durchschlagen hat, hier einen Ausweg suchen und die nächsten Metalltheile nach Aussen biegen.

Es ist nicht recht wahrscheinlich, dass unter den obwaltenden Umständen das Geschoss durch den Inhalt des Gefässes in einer die ursprüngliche Kraft in Schatten stellenden Weise nach allen Seiten hin wirksam werden könne.

Wenn ich mich auch der gegebenen Erklärung der beobachteten Zerstörungen durch kleine Geschosse bei Schüssen aus grosser Nähe nicht anschliessen kann, so stimme ich doch ohne Rückhalt der Auffassung bei, dass wir es auf dem Gebiet der Schussverletzungen mit neuen Erscheinungen, mit besonderen Wirkungen der neuen Handfeuerwaffen zu schaffen haben und dass an den auffallenden Verwüstungen das Chassepot einen hervorragenden Antheil nimmt.

Die gemachten Beobachtungen und Versuche stellen dies fast ausser Zweifel.

Es scheint mir überflüssig, die Frage aufzuwerfen, ob die beschriebenen Beobachtungen und Versuche, so umfassend und vielseitig sie auch sind, einen Schluss auf das Allgemeine gestatten und zu der Annahme berechtigen, dass die bemerkten Eigenthümlichkeiten der Schussverletzungen bei Schüssen aus grosser Nähe die Regel bilden und vorzugsweise oder ausschliesslich an dem Chassepot haften, da es bei dem Suchen nach den Ursachen nicht darauf ankommen kann, die Wirkungen numerisch festzustellen oder abzuwägen und nach Prozenten den verschiedenen Gewehren in Rechnung zu stellen.

Es genügt zu wissen, dass die beschriebenen Schussverletzungen häufig sind und dass die neueren Gewehre, namentlich das Chassepot, solche Verwundungen hervorbringen können.

Ich würde es auch nicht für wesentlich erachtet haben, das Mehr oder Weniger an Propulsions- und Rotationskraft, zu verschiedenen Zeiten, bei den verschiedenen

Digitized by Google

Gewehren nachzuweisen, wenn nicht die meiner Seits bestrittene Erklärung der eigenthümlichen Schussverletzungen darauf basirt worden wäre.

Die bisherigen Erörterungen haben allerdings nur negative Resultate ergeben, aber doch, wenn auch auf Umwegen der Lösung der Frage näher geführt. Sie waren unumgänglich, weil eine auf Wissenschaft, Beobachtung und Versuche gestützte Erklärung bestand, die bekannt oder bekämpft werden musste und die ich um so weniger umgehen konnte, als sie für mich die einzige Veranlassung geworden war, der Frage überhaupt näher zu treten. Principielle Verschiedenheiten nöthigten, auch auf solche Punkte einzugehn, die als bekannt vorausgesetzt, keine besondere Erwähnung gefunden hatten, aber ich durfte den Voraussetzungen, die ich nicht zugestehen konnte, nicht stillschweigend andere gegenüberstellen, ich musste für meine Auffassung Raum und Boden zu gewinnen suchen.

Es war nicht leicht, an die Frage heranzukommen, sie war von sehr gewichtigen Gründen umgeben, und auf Versuche gestützt, die jedem Zweifel entzogen sind. Da über die Kräfte und ihr Walten keine Meinungsverschiedenheit bestand, so mussten die Stützpunkte für eine abweichende Auffassung bezüglich ihrer Wirkungen erst zusammengetragen werden, um die Modification und Negation derselben begründen zu können. Ich habe sie in der quantitativen und qualitativen Veränderlichkeit der Kräfte, in der Unterbrechung ihres Wirkens und in dem Hinzutreten neuer Einflüsse und Gewalten zu finden geglaubt und für meine Auffassung zu verwerthen versucht.

Die negativen Ergebnisse mussten die Bahn eröffnen, wenn die nachfolgende Erklärung berechtigt werden sollte. Sie führen ausserdem auf positive Resultate und namentlich darauf hin, charakteristische und wirksame Verschiedenheiten zwischen den alten und neuen Gewehren, in denen die gleichartigen und ziemlich gleichwerthigen Kräfte so verschieden wirken, aufzusuchen und bei den letzteren so weit sie ähnliche oder gleiche Wirkungen zeigen, die Aehnlichkeit und Gleichartigkeit, aus denen sie sich erklären und ableiten lassen, zu ermitteln; sie bilden die Erklärung selbst oder gränzen sie ein.

Die Beobachtungen, dass die Kugel aus dem Lefoucheux-Gewehr reine Wunden schafft, dass das Langblei des Zündnadel-Gewehrs ähnliche, wenn auch nicht ganz so starke Verwüstungen, wie das Chassepotgeschoss bewirkt, dass das Zündnadelgewehr und das Chassepotgewehr bei Schädelschüssen ähnliche Wirkungen zeigen, sind wahre Wegweiser, die dahin deuten, wo wir die Ursachen der beobachteten Zerstörungen zu suchen haben, die Lösung der

Digitized by Google

Frage liegt dicht daneben, sie zeigt sich in der Gestalt eines Langgeschosses.

Die früher thätigen Kräfte sind im Wesentlichen unverändert, die Ziele ganz dieselben geblieben, aber das Medium, die Organe, durch welche sie wirken, sind andere geworden, an die Stelle der Kugel sind spitze, ovale, ogivale, cylindrische, conische und andere Geschosse getreten, sie müssen anders wirken.

Bei mir waltet nicht der mindeste Zweifel, dass das Langblei der Uebelthäter ist; die eigenthümlichen Verwundungen treten mit der Verwendung der Langgeschosse auf. Ich habe seit der ersten Bekanntschaft mit ihnen nicht gezweifelt, dass wir wunderliche Wirkungen von ihnen zu verzeichnen haben würden; wir kennen sie jetzt.

Wenn ich auch glücklicher Weise am Scheibenstande keine Verwundungen zu beobachten hatte, so machte ich doch an den Scheibenpfählen die Beobachtung, dass das Langblei reisst und zerstörender wirkt, als Kugeln und Spitzgeschosse. Die Langgeschosse rotiren nicht so ideal und regelmässig, als ihnen theoretisch vorgezeichnet ist, sie haben die Neigung zur Rotation um die kürzeste Axe und führen sie aus, wenn die Führung im Rohre nicht ganz correct gewesen ist.

Diese ist aber an Voraussetzungen und Bedingungen geknüpft, welche selten zusammentreffen. Das richtige Verhalten der Geschosse wird bedingt durch die Züge und den Drall im Allgemeinen, welche sie technisch zwingen, regelmässige und constante Bewegungen auszuführen, bei den Langgeschossen hängt es noch ausserdem und wesentlich davon ab, dass der Stoss der Pulverkraft genau in der Längenaxe des Geschosses erfolgt und dass diese mit der Seelenaxe des Rohrs zusammentrifft.

Schon die Vorgänge im Rohr lassen ein unfehlbares Zusammenwirken aller bedingenden Einflüsse sehr zweifelhaft erscheinen, selbst wenn wir annehmen wollten, dass das Geschoss mathematisch genau in dem Spiegel bez. in die Patrone eingesetzt wurde, die Längenaxe beim Zubinden, Fetten, Herumwerfen, Tragen, Anfassen und Laden der Patrone nicht verschoben worden sei, und dass bei dem plötzlichen Uebertritt des Geschosses aus dem Lager, durch den conischen Theil des Rohrs, in den gezogenen keine Deformation veranlasst wird, es bleiben bei der Führung des Geschosses noch seitliche Bewegungen möglich, die durch den Spiegel und die Führungsringe nicht völlig ausgeschlossen werden. Bei der seitlichen Zündung war Bocken und Pendeln sehr gewöhnlich.

In Bezug auf derartige Unregelmässigkeiten zeigen sich die Langgeschosse sehr empfindlich, während sich die Kugeln den Einwirkungen im Rohr und den Ein-

Digitized by Google

flüssen ausserhalb desselben gegenüber ausserordentlich gleichmässig verhalten. Die Kugel bietet der treibenden Kraft, dem Widerstande wie den Umschliessungen immer dieselbe Fläche und eine unregelmässige Drehung ist von wenig Bedeutung, während bei allen andern Geschossformen jede Abweichung von der normalen Lage oder Bewegung alle diese Verhältnisse ändert und ungünstig verschiebt.

Für die Bahn und Wirkung der Geschosse sind diese complicirten Beziehungen ausserordentlich wichtig, es treten aber beim Beginn der Bewegung, beim Verlassen des Rohrs, bei dem Fluge nach dem Ziele noch andere Einflüsse auf, die über das weitere Verhalten der Geschosse entscheiden, ich möchste nur an die Vibration der Metalltheile, an die Schwerpunktslage, an den Rückstoss, die Resultante des Luftwiderstandes und an die Derivation erinnern, die sich neben der Fallkraft, etwaigem Seitenwinde und sonstigen Einflüssen auf die Richtungsfestigkeit und Wirkung der Geschosse einflussreich zeigen. Vibration der Metalltheile und Rückstoss modificiren, bez. beeinträchtigen die Kraft des Geschosses, wenn erstere unterdrückt und letzterer nicht eingeschränkt wird, die Resultante des Luftwiderstandes, Derivation, Centripetalkraft und Seitenwind wirken nach der Form und Bewegung des Geschosses sehr verschieden [1]).

Alle diese Einflüsse machen sich namentlich auf Langgeschosse in unberechenbarer und nachtheiliger Weise geltend, sobald sie stark genug werden, die Richtungslinie von der Rotationsaxe und von der Längenaxe des Geschosses zu trennen. Bei den Kugeln geht nur die Richtungsfestigkeit verloren, bei den Langgeschossen auch die regelmässige Rotation.

Von den Langgeschossen des Zündnadelgewehrs weichen, jetzt zugestandenermaassen, ohngefähr, ich sage wenigstens, 10%

---

1) Versuche haben ergeben, dass durch Vorschieben des Schwerpunktes die Präcision, durch Zurücklegen desselben die Tragweite gewinnt.

Der Betrag des Rückstosses ist im Allgemeinen auf etwa 33 Pfund, etwas mehr als 16 Kilogr., bestimmt. Die Stärke desselben hängt von dem Verhältniss des Widerstandes ab, den Gewehr und Geschoss den Gasen in der Längenrichtung entgegensetzen. Horizontal aufgehängte, eingeschraubte, lose und festgehaltene Gewehre wirken verschieden, je nachdem der Rückstoss mehr oder weniger zur Geltung kommt. Festes Einsetzen des Gewehrs wird unter allen Umständen den Rückstoss mindern, weil eine Bewegung leichter zu hindern, als zu unterbrechen ist.

Der Rückstoss schwächt die Propulsion in derselben Weise, wie ein Sprung kürzer wird, wenn beim Ansatz die Basis weicht.

Digitized by Google

schon auf 200 Schritt um die vierfache mittlere Streuung ab und führen Querschläge aus, von den Chassepot-Geschossen gewiss bedeutend mehr, weil der Schwingungsradius, auf dem die grössere Richtungsfestigkeit beruht, wenigstens um 1 Mm. kürzer ist.

Bei grösseren Distanzen werden natürlich auch alle ungünstigen Einwirkungen grösser und die Langgeschosse überstürzen sich ausserordentlich häufig, wie man sich an den Scheibenständen durch Gesicht und Gehör leicht überzeugen kann.

Es mag dahingestellt bleiben, in welchem Verhältniss die angedeuteten Einwirkungen die regelmässige Rotation beeinträchtigen können und wirklich stören, ich ziehe nur die Folgerung, dass die Rotation wie die Richtungsfestigkeit auf sehr subtilen Verhältnissen beruht und nicht immer als unzweifelhaft angenommen werden kann.

Ich folgere bezüglich des Verhaltens der Langgeschosse am Ziele und in demselben weiter, dass bei der Eigenthümlichkeit der Flugbahn pp auch die regelmässige Rotation, da sie sehr subtil und leicht zu stören ist, durch den Widerstand und die Form des getroffenen Körpers meist wirklich gestört und beeinträchtigt wird.

Schon das regelmässig rotirende und fliegende Langgeschoss kann nicht immer regelmässig wirken, weil das Winkelverhältniss der Rotations- und Längenaxe zum Ziel von der Gestaltung und Neigung der Widerstandsfläche mit abhängig ist und die Beschaffenheit und eigenthümliche Form und Zusammensetzung des getroffenen Körpers auf die Wirksamkeit der Propul-

---

Abgesehen von besonderen Einwirkungen auf das Gewehr und den bei dem Rückstoss einflussreichen Constructionsverhältnissen des Rohrverschlusses dürfen die Geschosse den 300. bis höchstens 250. Theil des Gewichtes der Waffe nicht übersteigen, wenn der Rückstoss erträglich bleiben soll, da sich die Arbeitsleistung des Pulvers im umgekehrten Verhältniss der Gewichte auf Geschoss und Waffe vertheilt. Wirkten die Gase von dem Rohrverschluss aus, so würde das Gewehr bei der Vorwärtsbewegung des Geschosses nach vorn gerissen werden, und zwar um so heftiger, je grösser das Forcement desselben wäre; es ist aber gerade umgekehrt.

Die Derivation, welche durch Dralllänge, Schwerpunktslage und Durchmesser des Geschosses beeinflusst wird, beträgt bei dem Langblei des Zündnadelgeschosses

auf 225 375 450 und 600 Meter
bezw. 10 47 80 und 150 Ctm.

Die Ablenkung der Geschosse durch mässigen Seitenwind fast 3mal so viel, bei kürzeren Distanzen verhältnissmässig noch mehr, z. B. bei dem Schweizer Geschoss

auf 300 450 600 und 750 Mltr.
= 90 220 400 und 600 Ctm.

Digitized by Google

sions- und Rotationskraft ungleichmässig einflussreich wird und somit auch die weiteren Bewegungen des Geschosses bestimmt [1]).

Wir dürfen diesen Einfluss gar nicht hoch anschlagen, um zu der Ueberzeugung zu gelangen, dass nach dem Einschlagen der Langgeschosse von irgend einer regelmässigen Rotation oder Vorwärtsbewegung nicht mehr die Rede sein kann. Die regelmässigen Bewegungen hören auf, die unregelmässigen werden unberechenbar. — Die Störungen der regelmässigen Rotation und Richtungsfestigkeit zwischen Rohr und Ziel können hier übergangen werden, wir haben es nur mit den Einwirkungen derselben auf das Ziel zu thun.

Die regelmässige Rotation und dadurch erhöhte Präcision und Durchschlagsfähigkeit der Langgeschosse kann die beobachteten Erscheinungen nicht erklären, aber die unregelmässige sehr wohl.

Bei den regelrecht bewegten Geschossen zeigen sich die Langgeschosse bezüglich der correcten kunstgerechten Wirkung den Kugeln überlegen, weil das Verhältniss des Gewichts zum Querdurchschnitt, der Angriffskraft zum Widerstande, günstiger ist.

Aber das Verhältniss kehrt sich um, sobald die Bewegungen des Geschosses unregelmässig werden und während die Kugeln stets dieselbe Angriffsfläche zeigen, variiren die Langgeschosse in unberechenbarer Weise, wenn sie in unregelmässigen Schwingungen das Ziel erreichen.

Bei den Kugeln bleibt die aufgenommene Kraft in dem Centrum concentrirt, bei dem unregelmässig schwingenden Langgeschoss geht sie gewissermassen auf Theile von ungleichem Gewicht und Durchmesser über und verleiht dem Geschoss die Fähigkeit, den gerade gehemmten Theil durch den andern herauszureissen und Richtung und Bewegung leicht zu wechseln. Das Geschoss wird, namentlich wenn die lebendige Kraft erlahmt, geneigt, Hindernissen, die es nicht mehr im ersten Anlauf bezwingen kann, auszuweichen, es giebt die vorgeschriebene Flugrichtung auf und sucht die am wenigsten beschwerliche Bahn, indem es bei der ferneren Bewegung dem Anstoss der umgebenden Theile folgt.

Daraus erklären sich die oft wunderbaren Schusscanäle der

---

1) Wenn der Angriffspunkt der Resultante des Luftwiderstandes zu weit vor oder hinter der Mitte des Geschosses liegt, so werden sich die Geschosse überschlagen, aber auch, wenn die Resultante des Luftwiderstandes das Geschoss vorschriftsmässig trägt, entsteht in dem auf- und absteigenden Ast der Flugbahn zwischen Langgeschoss und senkrechtem Ziel ein für die correcte Wirkung nachtheiliges Winkelverhältniss.

Digitized by Google

Langgeschosse, welche nicht selten eine schlangenartige Gewandtheit bekunden und dann die als »angenehm« charakterisirten Wunden geben.

Wenn in Betracht gezogen wird, dass bei den Langgeschossen schon ein geringes Hinderniss am Ziele und in demselben genügt, die Regelmässigkeit ihrer Bewegungen zu stören, dass die Rotations- und Propulsionskraft, welche die Richtungsfestigkeit bedingten, an dem Widerstande stetig aufgerieben werden, so dürfen wir der Wirklichkeit entsprechend constatiren, dass die regelmässig eindringenden Langgeschosse die Ausnahme, die unregelmässig wirkenden die Regel bilden, auch wenn sie bis zum Ziele allen sonstigen Voraussetzungen entsprochen haben.

Bei den Kugeln entspricht die Angriffsfläche stets der durch das Kaliber bestimmten Fläche, bei Langgeschossen wird sie nur so lange dem Querdurchschnitt entsprechen, als die Längenaxe mit der Richtungslinie zusammenfällt und senkrecht auf die Angriffsfläche trifft, in allen anderen Fällen wird ein grösserer Theil des Zieles angegriffen.

Da die Form und Grösse des Einschusses davon abhängig ist, so müssen im ersteren Falle die gleich schweren Kugeln einen grösseren Einschuss zeigen, als die Langgeschosse, weil sie einen grösseren Durchmesser haben, bei unregelmässigen Bewegungen wird bei letzteren das Verhältniss der Länge zum Querdurchschnitt wirksam werden und der Einschuss kann sich bis zum Durchschnitt des Längenprofils erweitern.

Tritt zu diesem einfachen Ueberstürzen der Langgeschosse eine Rotationsbewegung hinzu, so kann nach Umständen die ganze Länge oder ein Theil derselben zum Hebel oder Schwingungsradius werden, wenn ein Stoss oder Schlag gegen einen Pol der Längenaxe den Schwerpunkt momentan dorthin verlegt und den Pol oder Punkt zum Centrum der Bewegung macht.

In den gegebenen Grenzen, von der Kreisfläche bis zum Längsdurchschnitte, sind demnach keineswegs die Abweichungen der Langgeschosse, sondern nur die Anfänge derselben eingeschlossen, sie gehen nach Beschaffenheit und Ausdehnung über dieselben weit hinaus.

Sobald sich die Längenaxe von der Richtungslinie trennt und die Rotationsaxe unter dem Einfluss der Propulsionskraft wechselt, führen die Langgeschosse Schwingungen und Bewegungen aus, welche die technisch vorgezeichneten gar nicht mehr erkennen lassen.

Und diese Unregelmässigkeiten werden noch weiter modificirt und vermehrt durch Form, Beschaffenheit und Stärke des Widerstandes, am Ziel und in demselben.

Digitized by Google

Das erspriessliche Zusammenwirken der Kraft und des Stoffs in einer Richtung und um dieselbe Axe ist gestört und die Wirkungen sind nicht mehr im Voraus zu bestimmen.

Wenn wir diese Verhältnisse mit ihren Consequenzen in Rechnung stellen, so erklären sich die beobachteten auffallenden Zerstörungen auf die einfachste Weise.

Die unregelmässigen Bewegungen der Langgeschosse lassen sich in zwei Hauptreihen scheiden, in solche, wo die Rotation um die Längenaxe zwar fortdauert, aber diese in ein Winkelverhältniss zur Richtungslinie tritt, und in solche, wo das Geschoss um die kürzeste Axe oder um den gemeinschaftlichen Schwerpunkt schwingt.

Trifft die Längenaxe das Ziel unter einem spitzen Winkel, so sind häufig zwei Auf- bez. Einschlagsstellen zu bemerken, die chronologisch, wenn auch in unendlich kleinen Zeiträumen, hinter einander liegen und einen unregelmässigen, seitlich ausgebrochenen Einschuss geben.

Aehnlich, aber ausgedehnter wird die Wirkung, wenn die Aufschlagsfläche annähernd parallel zum Längsdurchmesser liegt.

Gewaltiger müssen die Zerstörungen werden, wenn das Langgeschoss sich überstürzt, um den kürzesten Durchmesser schwingt und zu einem kreisenden Rade wird.

Die angerichteten Verwüstungen werden natürlich nach den Winkelverhältnissen der Rotationsebene zur Aufschlagsfläche sehr verschieden, aber unter allen Umständen furchtbar sein, weil bei den meisten Langgeschossen mehr als die halbe Längenaxe zum Schwingungsradius wird.

Bei festen und spröden Körpertheilen wird häufig ein Zertrümmern und Auseinanderwerfen derselben, bei Weichgebilden ein vollständiges Zerreissen die unausbleibliche Folge sein.

Die Beschaffenheit des Ziels, ob es durchaus gleichartig ist oder nicht, ob die festen Theile frei liegen oder eine Bedeckung haben, ob sie hohle oder gefüllte Räume u. s. w. umschliessen, bietet mit den zahllosen Variationen, unter denen das Geschoss dasselbe trifft, die Combinationen, durch welche die grosse Verschiedenheit der Schussverletzungen durch irreguläre Geschosse hervorgerufen wird. Die Form und Beschaffenheit der angegriffenen Körpertheile wird nicht blos beim Einschuss, sondern fortgesetzt und mit wachsendem Erfolg das Verhalten des Geschosses modificiren und seine Neigung zu unregelmässigen Bewegungen stärken.

Das Geschoss gibt sofort der durch das Einschlagen und den Anstoss im Ziel angezeigten veränderten Flug- und Schwingungs-

Digitized by Google

richtung nach, wenn es beispielsweise auf Hohlräume und Weichtheile trifft, welche Abweichungen erleichtern, wenigstens nicht hindern [1]).

Bei Schädelschüssen kann die Wirkung unter diesen Umständen so gewaltig sein, dass sie den Schädel auseinandersprengt, namentlich wenn das Geschoss die Schwingungen um die kürzeste Axe erst dann beginnt, nachdem es die eine Seite des Schädels durchschlagen hat.

Die Wölbung der Schädelknochen kann nach Aussen nicht den Widerstand leisten, den sie einem Stoss von Aussen entgegensetzt und ein regelrecht einschlagendes Geschoss wird beim Einschlagen in den Schädel meist nur einen dem Kaliber entsprechenden Einschuss zeigen, während es auf der andern Seite eine vollständige Sprengwirkung äussert.

Aehnlich muss die Wirkung der Langgeschosse auf die Gelenkenden der grossen Röhrenknochen werden, wenn beim Einschlagen derselben der lange Theil zum Hebel wird, der mit gewaltiger Kraft um den andern schwingt.

Dass mit dem Grösserwerden und Wechseln der Anschlagsflächen die Zertrümmerungen weitergreifend werden, ergiebt sich aus dem grösseren Schwingungsradius von selbst.

Eben so müssen sich unter den angeführten Umständen Abspritzungen bilden, welche wie die Knochensplitter, durch die Bewegungen des Geschosses in die zerstörten Weichtheile mit hineingerissen werden; sie wurden zuweilen bündelartig zusammengeballt, in den Schusscanälen vorgefunden. Der Schusscanal kann bei unregelmässigen Bewegungen des Langgeschosses nicht wie der einer Kugel, rein und gleichmässig sein, er muss der wechselnden Richtung und dem längeren Schwingungsradius entsprechen und im Allgemeinen mit zunehmender Tiefe sich verbreitern.

Eine einfach kegelförmige Erweiterung des Schusscanals kommt auch bei regelrecht wirkenden Geschossen

---

1) Auf ein verschiedenes Maass der Kräfte dürfte nach dem früher Gesagten die Aehnlichkeit und Ungleichheit der Wirkungen der Chassepot- und Zündnadelgeschosse nicht zurückzuführen sein; überhaupt ist der Unterschied der Kraftäusserung zwischen Zündnadel- und Chassepotgeschoss sehr unbedeutend: die Differenzen in der Flug- und Rotationsgeschwindigkeit und der Pulverkraft werden durch Forcement, Führung, Durchmesser und Gewicht des Geschosses nahezu völlig ausgeglichen. Die Aehnlichkeit der Wirkungen beruht in der Aehnlichkeit der Geschosse, die Verschiedenheit in dem verschiedenen Verhältniss des Kalibers zur Länge. Wenn man das Zündnadelgeschoss mit 13,6 Mm. auf $2^1/_2$ Kaliber setzen wollte, so würden die Wirkungen die gleichen und im Verhältniss der Masse noch ausgedehnter und zerstörender sein.

Digitized by Google

und auch bei Kugeln vor, weil die getroffenen und angrenzenden Fasern, Splitter und dgl. mit fortgerissen werden und gewissermassen das Volumen des Geschosses vergrössern.

Wenn diese Thatsache an sich schon, wenigstens nicht selten, einen grössern Ausbruchscanal bedingt und erklärlich macht, so ist ausserdem zu erwägen, dass die vorderen Theile in den darauf folgenden eine Stütze finden und deshalb einfach und scharf durchschlagen werden, während für die dahinter liegenden der Rückhalt immer schwächer wird und endet, so dass ein Herausreissen der umgebenden Theile leichter und ausgedehnter wird.

Endlich dürfte in Betracht zu ziehen sein, dass mit dem Vordringen des Geschosses die Percussionskraft und damit die Präcisionsleistung sich stetig vermindert; die Fähigkeit correct zu durchbohren nimmt ab und dass Geschoss beginnt zu reissen und zu zerren. Die kegelförmige Fortpflanzung und Erweiterung des Erschütterungs- und Zerstörungskreises wird bei unregelmässigen Schwingungen der Langgeschosse in dem Verhältniss andere Dimensionen annehmen müssen, als sie mit der längeren Seite vorwärts dringen [1]).

Wenn Versuche mit Chassepotgeschossen auf nahe Distancen grosse Zerstörung zeigten, so bestätigt dies die aufgestellte Behauptung, dass viele Langgeschosse schon vor dem Ziele unregelmässig schwingen und die beim Einschlagen regelmässig wirkenden zu den Ausnahmen gehören, weil die subtilen Vorbedingungen bei gekrümmter Flugbahn und gekrümmten Widerstandsflächen nur

---

1) Ein proportionales Verhältniss der Art der Verwundungen zur Kraft und zur Entfernung dürfte aus einzelnen Fällen nicht zu folgern sein und kann so lange nicht gefolgert werden, als die Thatsache bestehen bleibt, dass die älteren Geschosse, im Allgemeinen auf kürzere Distancen verwendet, mit grösserer Kraft und grösserem Durchmesser und zum Theil, wie die Spitzgeschosse, von einer zum Sprengen vorzugsweise geeigneten Form, weniger zerstörten und die Verschiedenheiten in der Wirkung gleichartiger Kräfte nicht erklärt und ursächlich begründet sind.

Das zwischen der allgemeinen Wirkung und Kraft vorhandene proportionale Verhältniss lässt sich nicht auf die aussergewöhnlichen Wirkungen übertragen, die als neue Erscheinungen bezeichnet wurden und nach der erörterten Auffassung nicht unmittelbar durch das Maass der Kräfte und Entfernungen, sondern durch Form und Verhalten der Langgeschosse bestimmt und hervorgerufen werden.

Die Kugeln verhalten sich formell immer gleich und deshalb bleiben, auch bei unregelmässigen Bewegungen, die durch die Form der Langgeschosse bedingten Erscheinungen aus, während die Langgeschosse nur so lange correct wirken können, als die Längenaxe Rotations- und Richtungsaxe bleibt und senkrecht auf den Widerstand trifft. In diesem Falle bilden sie, im Vergleich zu den Kugeln, bei gleichem Gewicht, auf allen Distancen die kleinsten und reinsten Schusscanäle.

Digitized by Google

selten zusammentreffen. Auch wird dadurch nicht ausgeschlossen, dass diese Geschosse auch auf nahe Distancen reine Wunden schaffen und auf weitere arge Verwüstungen anrichten können.

Bei regelmässigem Wirken der Langgeschosse würden zunächst die correcten Durchbohrungen, die reinen Schusscanäle zu verzeichnen sein, dann in dem Grade, als das Geschoss die Fähigkeit verliert, den Widerstand gewissermassen im ersten Anlauf zu überwinden, das Zerren und Reissen beginnen und später, wenn das Geschoss den Umständen nachgeben muss, die als »angenehme« bezeichneten leichteren Wunden folgen. Sobald aus irgend einer Veranlassung die vorgeschriebenen Bewegungen in unregelmässige übergehn, dann ist die Art der Verwundungen weder zeitlich noch räumlich zu registriren, sie hängt nicht mehr lediglich von dem Vorhandensein und der Abnahme der Kräfte, sondern von der Form und dem Winkelverhältniss des angreifenden Geschosses und des getroffenen Körpers ab und die Zerstörungen werden um so grösser sein, je grösser die Kraft noch ist, die sich mit dem unregelmässigen Angriff verbindet. Dann können die Geschosse ihre Wirksamkeit mit Verwüstungen beginnen und mit angenehmen Wunden enden. Möchten sie stets auf allen Distancen nur angenehme Wunden schaffen.

Prof. Busch erwidert hierauf:

M. H.! Sie werden alle mit mir einverstanden sein, dass ich Herrn Major Vogel unseren Dank für den interessanten ballistischen Vortrag abstatte, gleichzeitig muss ich aber versuchen, einige Puncte, mit denen ich nicht einverstanden sein kann, zu widerlegen und werde ich dieselben möglichst in der Reihenfolge, in welcher sie vorgebracht sind, besprechen. Zunächst behauptet Hr. V., dass mit der grösseren Kraft einer Kugel nicht nothwendig eine grössere Zerstörung der getroffenen Gewebe vorhanden sein müsse. Nun ist es aber gerade diese unwiderlegliche, auffallende, allen unseren früheren Erfahrungen widersprechende Thatsache, dass die Schusswunden an den meisten Körpertheilen eine desto grössere Zerstörung zeigen, je grösser (ceteris paribus) die lebendige Kraft des verwundenden Projectiles ist, welche mich zu der weiteren Ausführung der Schuss-Experimente bewogen hat. Wie Ihnen bekannt ist, habe ich dabei verschiedene physikalische Vorgänge nachgewiesen, welche diese grössere Zerstörung bedingen. Unter diesen spielt an einigen unserer Körpertheile der hydraulische Druck, welcher die eindringende Kugel einem weichen in einem starren Gehäuse eingeschlossenen Gewebe mittheilt, eine grosse Rolle. Hr. V. bezweifelt zwar an diesen Stellen die hydraulische Druckwirkung, ich muss dieselbe

Digitized by Google

aber nach den Experimenten an den leeren und gefüllten Blechgefässen, dem Schädel und den Diaphysen der Röhrenknochen für bewiesen annehmen und kann, ohne Sie zu ermüden, dieselben nicht noch einmal besprechen. Die Verletzungen nun, bei welchen wir den hydraulischen Druck am reinsten wirken sehen, während die übrigen Factoren, welche sonst die grössere Zerstörung bedingen, mehr zurücktreten, sind die Schädelschüsse. Da es zu den allerseltensten Ausnahmen gehört, dass ein Mensch, dessen Gehirn von einer Kugel durchbohrt ist, am Leben bleibt und da das Gros dieser Verletzten entweder gleich todt ist oder bald stirbt, so ist es praktisch freilich ziemlich indifferent, ob die durchbohrende Kugel mit etwas grösserer oder geringerer lebendiger Kraft eindringt, physikalisch hingegen ist es wichtig und wir haben auch bei unseren Experimenten erfahren, dass die Grösse der explosionsartigen Wirkung des Schusses und die Grösse der Zerstörung des Schädels zunimmt mit der Kraft, mit welcher die Kugel in den Schädel dringt. Wir haben gesehen, dass das Auseinanderwerfen des Schädels hauptsächlich dadurch bedingt wird, dass das Gehirn an sämmtliche Punkte der Schädelkapsel mit derselben Kraft angedrängt wird, welche die eindringende Kugel dem zunächst getroffenen Gehirntheile mittheilt. Nun ist, um einige der bekanntesten Gewehre zu nehmen, die lebendige Kraft, mit welcher das Langblei das Rohr verlässt, gleich 139 Kilogrammmeter, die des Schweizergewehres Kleinkaliber gleich 197 Kilogrammmeter, die des Chassepot-Projectiles gleich 225 Kilogrammmeter, die der Kugel des Schweizergewehres Gross-Kaliber gleich 250 Kilogrammmeter. Zwischen der lebendigen Kraft des Chassepotprojectiles und des Langbleies, welche ja im letzten Kriege hauptsächlich in Anwendung gekommen sind, besteht also ein Unterschied von 86 Kilogrammmeter. Wenn wir nun auch annehmen wollen, dass bei einem Naheschusse auf Schädel das Langblei nur ebensoviel lebendige Kraft einbüsse als die Chassepotkugel (was bekanntlich nicht der Fall ist, da das Langblei wegen seines grösseren Querschnittes eine grössere Widerstandsoberfläche zu überwinden hat), so würde das Chassepotprojectil also mit einer um 86 Kilogrammmeter grösseren Kraft in den Schädel eindringen und da 75 Kilogrammmeter gleich einer Pferdekraft sind, so würde die innere Schädeloberfläche bei einem Chassepotschusse einen Druck von innen erfahren, welcher um mehr als eine Pferdekraft grösser ist, als bei einem Zündnadelschusse. Diesen theoretischen Betrachtungen entsprechend sind die Ergebnisse unserer Experimente und Erfahrungen. Wir haben gefunden, dass das Maass der Zerstörung in den Schädelschüssen bei der Zündnadel geringer ist als bei dem Chassepotgewehre. Wir haben ferner gesehen, dass die schwache Revolverkugel, welche den Präsidenten Lincoln tödtete, nur die Orbitaldecken zerbrechen konnte, während Kugeln mit

Digitized by Google

grösserer lebendiger Kraft ausgedehntere Zerstörungen hervorbringen. Umgekehrt wissen wir, dass die Chassepotkugel, welche, aus der Nähe abgefeuert, den Schädel vollständig auseinanderwirft, als sei er von einer Explosionskugel zersprengt worden, in einer Entfernung von 1000 oder mehr Schritten den Schädel nicht mehr auseinanderreisst. Kurz wir sehen deutlich das Maass der Zerstörung sich ohngefähr proportional der lebendigen Kraft verhalten. Am prägnantesten lässt sich dies eben bei der hydraulischen Druckwirkung zeigen, weshalb ich gerade dieses Beispiel gewählt habe, und ich bin überzeugt, dass eine eiserne Kugel, welche also nicht regelmässig rotirt und welche an ihrer Oberfläche nicht schmilzt, falls wir ihr dieselbe lebendige Kraft wie dem Chassepot-Projectile mittheilen könnten, am Schädel und an den Diaphysen annäherd dieselben Zerstörungen hervorbringen würde. Es verhält sich aber ganz ebenso mit der schädlichen Wirkung der zu schnellen Rotation und der Erzeugung von Bleischmelzung und Bleisplittern, auf welche wir unten zurückkommen müssen.

Ganz überstimmen können wir mit der im weiteren Verlaufe des Vortrages gemachten Aeusserung, dass die Kraftäusserung eines Geschosses auch durch Vermehrung der Masse bei gleichbleibender Geschwindigkeit vergrössert werden könne, dass das Maass der Kraftäusserung aber von dem richtigen Verhältnisse beider zueinander abhange. Ich möchte nur der Vorstellung entgegentreten, welche sich mir bei dem Hören des Vortrages aufdrängte, als sei bei Verminderung der Geschwindigkeit und Vermehrung der Masse die lebendige Kraft und dadurch die Arbeitsleistung eine andere geworden. Zwei Projectile, bei welchen $\frac{mv^2}{2}$ dieselbe Zahl ergiebt, müssen nothwendig dieselbe Arbeitsleistung haben. Ihre Wirkung auf das Ziel ist nur deswegen verschieden, weil die lebendige Kraft proportional ist dem Quadrate der Geschwindigkeit und nur einfach proportional der Masse. Nimmt also die erstere ab, so muss die Masse, um dieselbe lebendige Kraft zu haben, ausserordentlich stark zunehmen. Beispielsweise muss eine Kugel mit der Geschwindigkeit $\frac{1}{2}$ eine viermal grössere Masse haben als die Kugel mit der Geschwindigkeit 1, wenn beide die gleiche lebendige Kraft haben sollen. Aus diesem Grunde ist die Wirkung des Chassepotprojectiles und eines matten Granatsplitters, welche beide dieselbe lebendige Kraft haben, verschieden. Das kleine Chassepotprojectil dringt bei geringer lebendiger Kraft noch durch die Haut, weil es nur eine sehr geringe Ausdehnung der Widerstandsfläche zu überwinden hat, während der breite Granatsplitter nur eine Contusion verursacht, da die Kraft desselben nicht hinreicht die breite Widerstandsfläche zu durchbrechen.

Digitized by Google

Die Erfahrung hat, wie Herr Vogel ferner angiebt, gelehrt, dass mit Zunahme der lebendigen Kraft die Wirkung intensiver aber auch seitlich eingeschränkt werde. Die umgebenden Theile würden um so weniger in Mitleidenschaft gezogen, je schneller der Zusammenhang zwischen ihnen und den getroffenen Theilen aufgehoben werde. Die Zerstörung pflanze sich nicht auf die Umgebung fort. Wenn es sich freilich bei den Schüssen auf den menschlichen Körper und andere Ziele immer nur um den zunächst getroffenen Theil des Zieles handelte, wie dies z. B. bei ganz dünnen Platten der Fall ist, und wenn die Wirkung des Schusses immer nur durch die Propulsionskraft bedingt würde, so würden sich die Schusswunden so verhalten, wie Herr Vogel es annimmt und wie es bis in die neuste Zeit allgemein geglaubt wurde, dass nämlich die Schusswunden um so reinere seien, mit je grösserer Kraft das sie verursachende Projectil aufschlage. Dass dieses aber nicht immer der Fall ist, geht schon aus den eben mitgetheilten Beobachtungen über Schädelschüsse hervor und im weiteren Verlaufe der Discussion werden wir noch andere Ausnahmen zu constatiren haben. Es treten eben noch andere Bedingungen hinzu, welche verursachen, dass die Wirkung der Kugel sich auf die nicht direct getroffene Umgebung fortpflanzt. Am deutlichsten und einfachsten lässt sich dies wieder an den Schädelschüssen demonstriren. Der Einschuss im Schädel, welchen ein in voller Kraft fliegendes Chassepotprojectil hervorbringt, ist eine möglichst reine rundliche Continuitätstrennung, wie wir aus den Schüssen auf leere Schädel und aus den aufgesammelten Sprengstücken der gefüllten kennen gelernt haben. In dem Augenblicke aber, in welchem die Spitze des Projectiles in das Cavum cranii dringt, wird das Gehirn, welches nicht ausweichen kann, gegen alle Schädeltheile mit der entsprechenden Kraft angedrängt. Hierdurch wird das vom Einschusse durchbohrte Knochenstück ganz ebenso wie die anderen Schädeltheile aus dem Zusammenhange gesprengt und die Wunde wird um so unreiner und complicirter, je stärker die Propulsionskraft der Kugel war.

Ganz besonders muss ich mich aber noch gegen das Beispiel mit den Glasscheiben wenden, welches Herr Vogel zum Beweise seines Satzes anführt; denn gerade von diesen haben meine Experimente ergeben, dass Zündnadel- und Chassepotgewehr beim Schusse aus der Nähe fast eine totale Zertrümmerung bewirken, während der Zündspiegel und schwächere Kugeln eine reine Continuitätstrennung hervorbringen. Nach unseren bisherigen Erfahrungen kennen wir drei Momente, welche bei den Geschossen mit grosser lebendiger Kraft grössere Zerstörung bedingen: 1) den Umstand, dass der getroffene Theil nach vorn zu viel Widerstand findet und deswegen nicht nur nach vorn, sondern auch seitlich ausweicht, 2) die Einwirkung der Wärme, welche das Geschoss durch die Reibung im

Digitized by Google

Laufe und durch die Verminderung seiner lebendigen Kraft bei dem Durchschlagen des Zieles erfährt, 3) die Rotation der Kugel. Der erste Umstand kann bei den immer verhältnissmässig dünnen Glasscheiben nicht in die Wagschale fallen. Die Wirkung der Wärme musste ich ausschliessen, weil wir bei dem Durchschiessen der von Rauchfrost bedeckten Scheiben bei Frostwetter keine Thautröpfchen auffangen konnten. Die Kugel verliess zwar das Rohr auf ohngefähr 100° erwärmt und wenn wir siedendes Wasser auf die eiskalte Scheibe gegossen hätten, so würde diese zersprungen sein, während das Eis geschmolzen wäre, wir lernten aber bei dieser Gelegenheit und bei dem Durchschiessen von Wachstafeln, welche wir auf Eisenbleche geheftet hatten, dass bei der Schnelligkeit des Durchschlagens die Kugel keine nennenswerthe Wärme an das Ziel abgeben kann. Somit blieb mir zur Erklärung dieses merkwürdigen Phänomens nur die Vermuthung, dass die gewaltige Rotation der Projectile die dem Loche benachbarten Theile der Scheibe in zu starke Mitleidenschaft ziehe und dadurch sowohl das Loch grösser reisse als auch die concentrischen und radialen Spaltungen verursache. Vorsichtigerweise habe ich diese Erklärung als Vermuthung hingestellt; denn da ich bei meinen Experimenten immer neuen Kraftwirkungen begegnete, so könnte hierbei noch eine andere, uns bis jetzt unbekannte wirksam sein.

Gegen die Wirkung der Rotation auf den Schusscanal wendet sich nun Herr Vogel ganz besonders und ich muss constatiren, dass dies nicht nur von diesem geehrten Herrn, sondern auch von Aerzten geschehen ist, welche sich mit Schuss-Experimenten beschäftigt haben. Hr. V. sagt zunächst, dass die Kraftäusserung der Rotation auf den ganzen Cylinder des Schusscanales vertheilt wird und dass die Kraft und die Wirkung durch stets erneuten Widerstand zersplittert wird. Wie ich glaube versteht es sich von selbst, dass die ursprüngliche Rotationsgeschwindigkeit während der Durchbohrung eines Zieles nicht ungeschwächt fortbesteht, sondern ebenso wie die Percussionskraft geschwächt wird. Ganz dasselbe gilt natürlich von den gegen das Ende ihrer Flugbahn angekommenen Kugeln, die Vorwärtsbewegung so wie die Rotation der Projectile, welche beide derselben Kraft ihren Ursprung verdanken, erlöschen allmählich. Dass aber die Rotationsbewegung früher enden solle, als die Vorwärtsbewegung, wie Herr Vogel behauptet, ist mir nach meinen Experimenten an der Thonwand nicht wahrscheinlich. Wenn nämlich das Projectil durch das durchschlagene Ziel so weit gelähmt worden war, dass es am hinteren Ende der Thonwand stecken blieb, so sass es regelmässig in einem spiralig ausgezogenen zitzenförmigen Fortsatze der Wand. Die Form dieses Fortsatzes könnte auch beweisen, dass die rotirende Kugel dieselben Bewegungen mache, wie der gewöhnliche Kinderkreisel, was Herr

Digitized by Google

Vogel bezweifelt. Die abgeplattete Spitze des Projectiles hatte den vor ihr befindlichen Thon nicht mehr durchbohren können und der übrige Theil des Projectiles hatte noch im letzten Momente den Thon gedreht. Ein vollständiges Umschlagen des Projectiles, wie man es bei den im Ziele stecken gebliebenen Granaten beobachtet hat, so dass die Spitze des Langgeschosses sich nach der Richtung des Schützen umgewendet, ist bei unseren Experimenten nicht vorgekommen, wahrscheinlich deshalb, weil die Spitze des Geschosses bei dem Durchschiessen des vor der Thonwand angebrachten Hindernisses regelmässig pilzförmig abgeplattet wurde und mit den vorragenden unregelmässigen gezackten Rändern in dem Thone sich eingeschraubt hatte. Würden wir so mächtige Thonwände gehabt haben, dass eine Chassepotkugel, welche nicht vorher durch ein Hinderniss gelähmt und abgeplattet war, darin stecken geblieben wäre, so würden wir wahrscheinlich das Umschlagen des Projectiles ebenso wie bei den Granaten beobachtet haben. Meiner Meinung nach kommt dies folgender Maassen zu Stande. Der Theil des Projectiles, welcher in einem Ziele zuerst in seiner Vorwärtsbewegung gehemmt wird, ist derjenige, welcher den meisten Widerstand trifft, der vordere. In dem Augenblicke, in welchem dieser Theil gehemmt wird, drängen die hinteren Theile des Projectiles noch nach vorwärts. Da ihre Kraft nun nicht hinreicht den vorderen Theil des Projectiles durch das Hinderniss weiter zu treiben und da der Schwerpunkt in unseren Granaten nicht immer genau in der Mitte liegt, so bewirkt dieser letzte Impuls ein mehr oder weniger starkes Umschwingen des Geschosses um seinen Schwerpunkt.

Herr Vogel fordert, dass es zu untersuchen sei, ob die bei Infanteriegeschossen vorkommende stärkste Rotation und Propulsion im Stande sei, zerstörende centrifugale Bewegungen und Schwingungen in den Umgebungen des Schusscanales hervorzubringen. Wie ich glaube habe ich den Beweis hierfür geliefert und ich führe bei dieser Gelegenheit als Beispiele an die Ergebnisse der Schüsse auf die Thonwand und das Muskelfleisch. Wenn hierbei keine zerstörenden centrifugalen Bewegungen stattfänden, so würde ein Schusscanal entstehen, welcher ohngefähr dem Durchmesser des Projectiles entspräche, anstatt des gewaltigen Kegels, welchen das Projectil in diesen Körpern hervorbringt.

Ich muss bei dieser Gelegenheit bemerken, dass ich bei der Erklärung dieser Thatsache von manchen Seiten missverstanden zu sein scheine, indem man glaubt, dass ich die Entstehung dieser ungeheuren Continuitätstrennung allein der Rotation zuschriebe. Herr Kocher hat besonders betont, dass die Grösse der Continuitätstrennung im Muskelfleische etc. dem hydraulischen Drucke zuzuschreiben sei. Ich hatte diesen Terminus (abgeleitet von der Bezeichnung der hydraulischen Presse) nur da angewendet, wo ein

Digitized by Google

weiches Gewebe von einer unnachgiebigen Kapsel ganz eingeschlossen ist, so dass ein jeder Punkt der letzteren durch die eindringende Kugel dem ganz gleichen Drucke ausgesetzt wird. Dass aber die getroffenen Theile eines weichen freiliegenden Körpers sich bei der Fortpflanzung des Stosses ähnlich wie das Wasser verhalten, habe ich ganz direct ausgesprochen, indem ich schon in meiner ersten Mittheilung die Wirkung der Kugel auf die frei stehende Thonwand geradezu mit der Wirkung eines Steines verglich, welchen man in das Wasser wirft, indem das Zurückspritzen des Thones nach dem Schützen hin dadurch erklärt wurde, dass die getroffenen Theile nach vorn zu viel Widerstand finden, so dass sie gezwungen werden nicht nur nach vorn, sondern auch seitlich auszuweichen. Ebenso habe ich diese Erklärung bei anderen Experimenten, z. B. den Schüssen auf mit Gehirn gefüllte offene Blechgefässe, auf Muskelfleisch herangezogen. Am deutlichsten können wir die Wirkungen bei den Schüssen auf die freie Thonwand demonstriren. Auch die Rundkugel aus dem glatten Jagdgewehre reisst hier eine im Verhältnisse zu ihrem Durchmesser bedeutend grosse Eingangsöffnung. Da diese Kugel nur unregelmässig rollt, so kann man die Wirkung ohne grossen Fehler wohl allein dem Umstande zuschreiben, dass die zunächst getroffenen Thontheile nach vorn zu viel Widerstand finden und nun seitlich ausweichend den Stoss auf die benachbarten Thontheile fortpflanzen. Da an der freien dem Schützen zugekehrten Seite der Thonwand der Widerstand = 0 ist, so spritzen die nach dieser Richtung in Bewegung gesetzten Theile mit grosser Gewalt in der Richtung auf den Schützen zurück. Knetet man nun die Thonwand wieder fest und jagt ein Chassepotgeschoss hindurch, so entsteht eine viel grössere Oeffnung, einmal wegen der grösseren Propulsionskraft der Kugel, sodann aber auch, weil die Rotationswirkung der 800 mal in der Secunde sich um ihre Längsachse drehenden Kugel hinzukommt.

Herr Vogel bestreitet nun die Wirkung der Rotation auf die umgebenden Theile, indem er sagt: So lange ein rotirender Körper durch seine Centripetalkraft (besser wohl Cohäsion) zusammengehalten wird, kann von einer freien Centrifugalkraft nicht die Rede sein, sie ist latent und kann nur durch die Friction und Adhäsion mittelst der Schwungkraft wirken. Ferner: die Cohäsion ist stärker wie die Adhäsion und: der Adhäsion wirkt die Cohäsion entgegen, welche allerdings die Fortpflanzung der Bewegung begünstigt.

Wir können natürlich hier nicht eine weitläufige Betrachtung über die merkwürdige, noch wenig studirte Kraft der Adhäsion anstellen, dass sie aber häufig stärker ist als die Cohäsion, geht aus den bekannten Beispielen hervor, dass ein geleimtes Stück Holz oft nicht an der geleimten Stelle, sondern in der Substanz des

Digitized by Google

Holzes durch eine neue Gewalt getrennt wird, dass dasselbe bei zwei adhärirenden Glasplatten vorkommen kann u. s. w. Wir staunen gewöhnlich über die Gewalt der Naturkräfte, deren Wirkungen wir im Grossen sehen, wie z. B. über die Schwerkraft, aber die im Kleinen wirkende Kraft der Adhäsion ist bedeutend stärker als die Schwerkraft. Nur ein Beispiel sei erlaubt anzuführen. Wenn Sie Quecksilbertropfen in ein mit Oel gefülltes Reagenzglas fallen lassen, so sammelt sich nicht etwa das Quecksilber einfach unten an, sondern jede Quecksilberkugel ist von den benachbarten durch einen Mantel von Oel getrennt, welches trotz der ganz glatten Oberfläche der Kugel dieser innig adhärirt. Trotz der c. 15 mal grösseren specifischen Schwere des Quecksilbers findet keine Trennung statt und es ist trotz dieses Gewichtsunterschiedes fast unmöglich, beide Körper mechanisch durch Schütteln zu trennen, erst die Erwärmung löst den Bann, so dass das adhärirende Oel nach oben steigt und das Quecksilber sich unten sammelt. Eine solche Kraft können wir unmöglich geringschätzen, wo sie ihre Wirkung äussern kann und so sehen wir auch, dass mittelst derselben rotirende Körper ihre Umgebung in Bewegung setzen. Am deutlichsten lässt sich dies dadurch demonstriren, dass eine jede sich drehende Scheibe die umgebende Luft zwingt in der Richtung ihrer Bewegung zu folgen. Wenn Sie die Flamme einer Kerze einem sich langsam drehenden Schwungrade nähern, so wird diese Flamme entweder herabgedrückt oder hinaufgezogen, je nach der Richtung, in welcher das Rad sich dreht. Bewegt sich das Rad schneller, so ist auch die Bewegung der nachfolgenden Luft schneller, die Kerze wird ausgeblasen.

Aber, so wird mir nicht nur von Herrn Vogel, sondern auch von Herrn Richter entgegengehalten, ein Projectil führt auch in dem möglichst grossen Schusskanale keine ganze Drehung aus, folglich ist keine bemerkenswerthe Fortpflanzung der Rotationsbewegung auf die Umgebung möglich. Kehren wir wieder zu dem einfachen Experimente mit dem Schwungrade zurück, so sehen wir, dass die umgebende Luft mitgerissen wird, gleichviel ob dasselbe x Umdrehungen oder $\frac{1}{x}$ Umdrehung ausführt. Dagegen hängt es ganz von der Schnelligkeit der Bewegung des Rades ab, wie stark die Bewegung der mitgerissenen Luft ist. Ein Chassepotprojectil, welches sich 800mal in der Secunde um seine Achse dreht, wird daher, wenn es in seinem Canale auch nur $^1/_6$ Umdrehung macht, die umgebenden Weichtheile zwingen seiner Rotation zu folgen und daher auch hierdurch ein grösseres Loch reissen, als seinem Durchmesser entspricht. An einem entfernten Punkte der Flugbahn hingegen, an welchem die Umdrehungen des Projectiles viel langsamer erfolgen, fällt diese zerstörende Wirkung fort und das rotirende Geschoss macht eine kleinere Wunde als das nicht rotirende, indem

Digitized by Google

es dann eben nicht einfach wie ein Meissel die getroffene Theile herausschlägt, sondern indem es sich wie ein Bohrer durch sie hindurch bewegt.

Im weiteren Verlaufe seines Vortrags bestreitet Herr Vogel auch die Schmelzungen des Bleies an der Spitze der Kugel und findet es auffallend, dass im Ziele Schmelzprodukte sich finden sollen und nicht im Rohre. Was den ersteren Punkt betrifft, so muss ich auf meine im Langenbeck'schen Archiv mitgetheilten Beobachtungen und Berechnungen verweisen, wodurch wie ich glaube bewiesen ist, dass den Theil der Kugel, welcher bei dem Durchschlagen eines festen Hindernisses hauptsächlich die Reibung und den Stoss erleidet, bis zur Schmelzhitze erwärmt wird, während der hintere Theil der Kugel weniger erwärmt ist und seine Gestalt entweder gar nicht oder nur unbedeutend verändert ist.

Ich zeige Ihnen hier einige Kugeln, welche, nachdem sie durch Knochen gezogen waren, in der Thonwand aufgefangen sind. Der Substanzverlust durch Abschmelzung und Absprengung hat nur an der Spitze und an dem vorderen Theile des Mantels stattgefunden, ebenso die Abplattung, während der hintere cylindrische Theil entweder ganz unverändert ist oder nur geringe Gestaltveränderung erlitten hat. Ich betone daher ausdrücklich noch einmal, dass die dem Verluste an lebendiger Kraft entsprechende Umsetzung von Bewegung in Wärme nicht gleichmässig dem ganzen Projectile zu Gute kommt, sondern dass die vordersten Theile desselben viel stärker erhitzt werden als die hinteren. Ob bei dem Chassepotprojectile einzelne Bleitheilchen nicht eine viel höhere Erwärmung erfahren, als der Schmelzpunkt des Bleies beträgt, lasse ich dahingestellt, da ich eben nur das Schmelzen selbst nachweisen konnte. Die Berechnung der durch Verlust von lebendiger Kraft entstandenen Wärme lässt es aber sehr wahrscheinlich erscheinen.

Was den zweiten Punkt betrifft, dass keine Schmelzproducte im Rohre beobachtet werden, so beweist dies ganz einfach, dass die Reibung während des Passirens des Rohres keine so hohe Temperatur am Mantel des Geschosses hervorbringt, dass Schmelzungen eintreten. Erst, wenn zu dieser Erwärmung auch die Wärme tritt, welche durch die theilweise Hemmung des Fluges bei dem Durchschlagen eines festes Hindernisses entsteht, haben wir Schmelzproducte beobachtet. Ueber die Höhe der Temperatur, welche die Kugel im Laufe des Gewehres erreicht, weichen die Ansichten ausserordentlich weit von einander ab. So viel glaube ich aber annehmen zu können, dass sie nicht dem Schmelzpunkte des Bleies nahe liegt. Würde nämlich das Chassepotprojectil, auf 300 Grad oder etwas darüber erwärmt, das Rohr verlassen, so wäre die Cohäsion des weich gewordenen Bleies so gelockert, dass im Anfange der Flugbahn bei der gewaltigen Rotation eine Gestaltveränderung des Ge-

Digitized by Google

schosses erfolgen müsste. Die Projectile jedoch, welche kein Ziel getroffen haben und am Ende ihrer Flugbahn harmlos im Sande niederfallen, haben vollständig ihre ursprüngliche Gestalt bewahrt.

Jedenfalls meint nun Herr Vogel, dass die von einer Kugel abgetrennten Stücke ziemlich unschädlich sein würden; denn sie hätten keine Centrifugalkraft und würden nur von dem nachfolgenden Projectile hindurchgeschoben. Meiner Meinung nach ist diese Ansicht entschieden nicht richtig. Wenn von irgend einem rotirenden Körper ein Stück sich trennt, so fliegt es mit der der Schnelligkeit der Umdrehungen entsprechenden Kraft in tangentialer Richtung fort. Die Kraft lässt sich berechnen, wenn wir die Schnelligkeit der Umdrehung und den Radius kennen. Ich habe für das Chassepotprojectil eine solche Berechnung gegeben für den Fall, dass ein Stück abfliegen würde, ehe die Rotationskraft der Kugel geschwächt ist; dabei habe ich aber ausdrücklich gesagt, dass im Inneren eines Zieles, in welchem die Rotationskraft des Projectiles schon geschwächt ist, die Centrifugalkraft nothwendig ebenfalls veringert sein würde. Die Beobachtungen an den Verwundeten und besonders an unseren Experimenten lehren nun das Gleiche. Die feinen mikroskopischen Bleitröpfchen, welche wir im macerirten Schädel auffangen, liegen seitwärts von der Flugbahn des Hauptstückes des Projectiles und sind mit einer solchen Kraft gegen den Knochen geschleudert, dass sie an denselben fest angeschmiedet sind. Unter allen Experimenten ist aber dasjenige das beweisendste, in welchem von der den oberen Theil eines Cuirasses durchbohrenden Kugel die Sprengstücke abflogen und in den Hals der Versuchsleiche fuhren. Sie sehen hier die kleinen unbedeutenden Bleistücke, welche wir an der Halswirbelsäule sammelten, nachdem sie die sämmtlichen Weichtheile vom Kehlkopfe bis zum Knochen abgerissen hatten. Ihre Masse ist so gering, dass nur durch die Gewalt, mit welcher sie flogen, die furchtbare Zerstörung, welche sie hervorgebracht, zu erklären ist. Wie oft kommt es ferner vor, dass abgetrennte Kugelstücke sich weitentfernt von dem Hauptschusscanale einen besonderen Ausweg bahnen, so dass mehrere Ausgangsöffnungen vorhanden sind; wie oft bereiten uns diese kleinen Sprengstücke, wenn sie nicht mehr die Kraft hatten durchzuschlagen, Verlegenheiten, da sie entfernt von dem Hauptcanale Entzündung und Eiterung erregen, u. s. w. u. s. w.

Ebensowenig wie den abgesprengten Stücken des Geschosses glaubt Herr Vogel den herausgeschleuderten Theilen eines Zieles eine grosse Kraft zuschreiben zu dürfen. Grober Kies und Steine, die das Gewicht des Geschosses nur wenig überbieten, sollen durch den Anschlag nur schwach und fast wirkungslos bewegt werden und es werden zum Belege die Beispiele aus einer Pariser Batterie angeführt. Wir sind hier auf dem Gebiete der sogenannten indi-

Digitized by Google

recten Geschosse angelangt, mit welchem sich die Militairchirurgen vielfach beschäftigt haben. Ob ein solches harmlos oder gefährlich ist, hängt natürlich wieder von der lebendigen Kraft ab, mit welcher es den Körper trifft. Die lebendige Kraft des indirecten Geschosses wird bedingt von der Kraft, mit welcher das directe Geschoss es trifft, ferner von dem grösseren oder geringeren Verlust an Kraft, welche die Lostrennung aus dem Zusammenhange verursacht und ganz besonders von dem Winkel, in welchem das Projectil auf das indirecte Geschoss aufschlägt. Bei Kleingewehrfeuer werden daher ceteris paribus, Gegenstände, welche der Verwundete selbst an sich trägt, mit grösserer Gewalt in Bewegung gesetzt werden als solche, welche von einem seitlich von ihm gelegenen Ziele gegen ihn andringen.

In unseren Belagerungs-Batterien sind die Deckungen in der Regel so vortrefflich eingerichtet, dass die schwereren Verwundungen und Tödtungen durch abgesprengte Steine etc. verhältnissmässig selten vorkommen, sie fehlen aber auch nicht, wie die interessante Zusammenstellung der Verwundungen im Belagerungskriege durch Herrn Ravitz ergiebt (Deutsche Zeitschrift für Chirurgie 1874). Hiernach waren unter 94 derartigen Verletzungen zwei tödtlich, fünf schwere und 87 leichte Verwundungen. Die schwerste Zermalmung des Oberschenkels, welche ich in den drei von mir mitgemachten Kriegen gesehen, war durch ein von einer aufschlagenden Granate losgerissenes Stück eines Kanonenradreifens verursacht, welches dem unglücklichen preussischen Kanonier in den Oberschenkel drang. In einer Batterie in der Krim war ein englischer Soldat an der Hinterbacke verwundet. Zwölf Monate wurde er von Hospital zu Hospital geschickt, bis man in Chichester von der zurückgebliebenen Fistel tief zwischen die Glutaeen spaltete und einen mehr als 4 Unzen schweren Stein entfernte. Aber auch der feinere Staub und Kies kann gefährlich werden, wenn er mit genügender lebendiger Kraft auftrifft. So wurden bei dem Angriffe auf den grossen Redan mehrere der Attaquirenden kampfunfähig nur durch den Staub und Kies, welchen einschlagende Granaten aufwarfen. Einem Manne wurden beide Augen durch solchen Staub zerstört. Ein Soldat der ersten Brigade der leichten Division in der Krim hatte eine Verwundung des Oberkiefers erlitten. Ein Stück Unterkiefer seines Nebenmannes, dessen Kopf durch eine Kugel zertrümmert war, war ihm durch den Gaumen gefahren und hatte sich tief im Knochen eingekeilt. In demselben Feldzuge wurde ein Auge zerstört durch den Zahn eines Nachbarn.

Am häufigsten bilden die indirecten Geschosse Gegenstände, welche die Verwundeten selbst an sich tragen und es werden wohl fast alle Militairärzte in den letzten Kriegen Beispiele gesehen haben, in welchen Uniformknöpfe, Geldstücke, Schlüssel etc., durch eine Gewehrkugel in Bewegung gesetzt, in den Körper eindrangen.

Digitized by Google

Die Messingbeschläge des Helmes sind im Gehirne gefunden worden, ein Speciesthaler und ein Stück Messerklinge im Dickdarme etc. etc. Unter Umständen können derartige Gegenstände, welche von einem Nebenmanne stammen, ebenfalls verwunden. So zog Guthrie am dritten Tage nach der Verwundung aus dem Oberschenkel eines Hannover'schen Soldaten, welcher keinen Pfennig Geld besessen hatte, zwei Fünffrankenstücke und eine Kupfermünze. Die Münzen stammten aus der Tasche seines Vordermannes, welcher durch Granatschuss getroffen war.

In früheren Zeiten, als matte Kugeln viel häufiger vorkamen als gegenwärtig, sind die Beispiele in der Wirklichkeit oft (in Romanen freilich noch häufiger) vorgekommen, dass ein Uniformknopf oder ein auf der Brust getragener fester Gegenstand, bald ein Heiligenbild bald das Portrait der Geliebten, der Kugel das Eindringen verwehrte. Gegenwärtig aber bei unseren Gewehren mit grosser Percussionskraft werden alle derartigen Gegenstände viel häufiger eine höchst unangenehme Complication der Wunde verursachen, als dass sie einen Schutz gewähren. Dasselbe wie von diesen Gegenständen gilt auch von den noch immer im Gebrauche befindlichen mittelalterlichen Schutzwaffen, dem Kuirasse. In einer Zeit, in welcher derselbe noch wirksamen Schutz gegen die damaligen mangelhaften Infanteriegewehre darbot, wurde die Belästigung, welche er durch sein Gewicht für Mann und Ross bedingt, eben durch diesen Schutz reichlich aufgewogen. In unserer Zeit aber, in welcher alle europäischen Armeen Präcisionsgewehre führen, deren Schuss in voller Kraft jeden Kuirass durchschlägt, ist dieser Panzer bei der Attaque der ärgste Feind dessen, der ihn trägt, wie ich durch meine Experimente bewiesen zu haben glaube.

Was nun endlich die Erklärung betrifft, welche Herr Major Vogel davon giebt, dass unsere modernen Gewehre unter Umständen viel ärgere Verwüstungen verursachen als die früheren Musketen, so glaube ich dieselbe entkräften zu können. Herr Vogel glaubt, dass die Form unserer Geschosse daran Schuld sei, indem die Langgeschosse auf ihrer ferneren Flugbahn nicht mehr regelmässig um ihre Längsachse rotiren, sondern anfangen zu pendeln und zu schlingern, so dass sie nicht mit ihrer Spitze, sondern mehr oder weniger mit ihrer Längsseite aufschlagen. Nun werden aber gerade jene furchtbaren Verwüstungen, welche unseren Gegnern sogar ungerechtfertigter Weise den Vorwurf zuzogen, dass sie mit Explosivkugeln geschossen hätten, nicht bei Schüssen aus Entfernungen beobachtet, in welchen die Projectile schon anfangen könnten zu pendeln, sondern sie sind gerade am stärksten bei dem Schusse aus nächster Nähe. Das Chassepotprojectil, welches durch einen nur etwas über einen halben Meter betragenden Drall hindurchgezwängt wird, bewegt sich aber, wenn es das Rohr eben ver-

Digitized by Google

lassen hat, natürlich in der exactesten Weise um seine Längsachse rotirend und schlägt daher möglichst genau mit seiner Spitze auf das Ziel. So dankbar, wie ich bei dem Interesse, welches dieser Gegenstand für mich hat, dafür sein würde, wenn neben den Kräften, welche meine Experimente als Ursache für die grössere Zerstörung nachgewiesen haben, noch andere Umstände aufgefunden würden, welche diese begünstigen, so kann ich aus dem angeführten Grunde die vorliegende Erklärung nicht acceptiren.

Nachtrag zu S. 198 oben:

Prof. Mohr sprach über ein eigenthümliches Vorkommen von Olivin als Gang mitten durch eine Olivinmandel hindurch. Der Oberkasseler Basalt enthält eine grosse Menge Olivin in feinster Vertheilung, daneben aber auch sogenannte Olivinmandeln in grösseren Stücken.

Der Redende zeigte nur ein Stück einer solchen Mandel vor, worin ein etwa 3 Mm. dicker Gang von reinem Olivin sich befand, der sich offenbar aus dem Nebengestein ausgeschieden hatte. Der Gang füllte die Spalte vollkommen aus, konnte also nur auf nassem Wege bei gleicher Temperatur der Umgebung hineingekommen sein. Diese massiven Olivinstücke, welche man in dem basaltischen Chausseebewurf pfundweise auflesen kann, enthalten an 12 bis 13% kohlensaures Eisenoxydul, bekanntlich das gegen Feuer empfindlichste Mineral. Ausserdem werden alle Mineralien, welche Eisenoxydul in schwach grüner Färbung und durchsichtig enthalten, wie Olivin, Diopsid, Strahlstein, etc. durch Feuer in eine schwarze Masse oder Schlacke verwandelt. Es sind also diese Olivingänge in Olivin ein neuer Beweis für die Bildung des Basaltes auf nassem Wege und zwar aus den recapitulirten Gründen 1. weil der Gang vollkommen ausgefüllt ist, 2. weil das Nebengestein kohlensaures Eisenoxydul enthält, 3. weil der Olivin grün und durchsichtig und nicht schwarz und undurchsichtig ist.

Allgemeine Sitzung vom 2. August 1875.

Vorsitzender: Prof. Binz.

Anwesend: 21 Mitglieder.

Professor Schaaffhausen berichtet über die von ihm in diesem Sommer begonnene Untersuchung westfälischer Höhlen, wofür die deutsche anthrophologische Gesellschaft die Geldmittel bewilligt hat. Die Arbeiten wurden in der Klusensteiner Höhle des Hönnethales und in der bei Letmathe gelegenen Martinshöhle vorgenommen, nachdem die Besitzer

Digitized by Google

derselben dies in zuvorkommender Weise gestattet und die Direction der Bergisch-Märkischen Eisenbahn-Gesellschaft an letzterem Ort die Benutzung eines ihr zugehörigen Terrains zugesagt hatte. Die Aufgrabung in der ersten Höhle war bisher nicht so ergiebig, als man aus den früher zufällig dort gemachten Funden hätte erwarten sollen; doch wurden zwischen den zahlreichen Resten der Höhlenraubthiere, die an einigen Stellen die Kalkwand mit ihrem Pelze glatt polirt haben, Feuersteingeräthe gefunden. In der Martinshöhle waren die Funde sehr reichlich, und ist dieser Erfolg gewiss auch der kenntnissreichen und beständigen Beaufsichtigung der Arbeiten durch Herrn Apotheker Schmitz in Letmathe zu danken. In dieser Höhle hatten, wie es scheint, die Messerschmiede der Vorzeit ihre Werkstätte, denn noch sind in keiner deutschen Höhle so zahlreiche Messerklingen und Pfeilspitzen aus Feuerstein nebst den Steinkernen, von denen sie abgeschlagen wurden, gefunden worden. Auch einige Knochengeräthe, eine Schlacke, mehrere Bronzen so wie Scherben sehr roher oder auch verzierter Töpferarbeit, rothe Farbstoffe, von denen einer deutlich abgerieben, und zahlreiche gespaltene Knochen unserer Jagd- und Hausthiere sind bemerkenswerth. Es werden verschiedene Fundstücke vorgelegt, und behält sich der Redner, da die Arbeiten noch fortgesetzt werden, später weitere Mittheilung vor.

Geh. Rath von Dechen legt die soeben erschienene 6. Lieferung der geologischen Karte von Preussen und den Thüringischen Staaten im Maassstabe von 1 zu 25000 vor, welche 7 Blätter umfasst und ein um so grösseres Interesse in Anspruch nimmt, als es die ersten Blätter sind, welche sich auf die Rheinprovinz und zwar auf deren südlichsten Theil beziehen. Geologisch ist nur das Preussische Gebiet mit ganz geringen Ausnahmen bearbeitet und daher ist nur eins von den 7 Blättern, nämlich Saarbrücken ganz colorirt, während auf den anderen 6 Blättern die darauf fallenden Theile des Reichlandes Lothringen und der Bayerischen Pfalz weiss gelassen sind. Die Blätter vertheilen sich in zwei Horizontalreihen, deren nördliche 4 Blätter: Ittersdorf, Bouss, Saarbrücken und Dudweiler, deren südliche drei Blätter: Lauterbach (südlich von Bouss), Emmersweiler und Hanweiler enthält. Von grösster Wichtigkeit sind die drei Blätter Bouss, Saarbrücken und Dudweiler, da sie den südlichen und westlichen Theil des Saarbrücker Steinkohlengebirges zur Darstellung bringen. Von diesen Blättern liegen je vier verschiedene Abdrücke vor. Auf zweien sind die Ausgehenden der Steinkohlenflötze und der Verwerfungen, auf zwei anderen die Projection derselben in tieferen (unterirdischen Sohlen) angegeben, und je ein Abdruck mit den geologischen Farben ausgestattet, während ein anderer, übrigens weiss, nur die rotheinge-

Digitized by Google

druckten Kohlenflötze und Verwerfung enthält. Es ist dadurch eine Uebersichtlichkeit der Verhältnisse erreicht, wie sie bisher keine Darstellung der Saarbrücker Steinkohlenformation gezeigt hat. Die sämmtlichen Blätter sind geologisch vom Professor E. Weiss bearbeitet, welcher sich schon lange vor der geologischen Aufnahme auf das Eingehendste mit dieser Formation beschäftigt hatte, wie aus den zahlreichen Vorträgen erinnerlich ist, die er darüber in unserer Gesellschaft gehalten hat und wie die Publication der Pflanzen aus dem Unterrothliegenden und dem oberen Theile der Steinkohlenformation zeigt. Die Steinkohlenflötze sind von dem Oberbergamts-Markscheider Kliver in Saarbrücken eingetragen. Ausser der Steinkohlenformation gelangen auf diesen Blättern zur Darstellung. die Glieder der Trias vom Buntsandstein bis zum obersten Muschelkalk, dann einige Diluvial- und Alluvialbildungen.

Es gelangen von der Steinkohlenformation folgende Abtheilungen zur Darstellung:

Untere flötzreiche Abtheilung (Saarbrücker Schichten):
darin: Schichten des liegenden Flötzzuges (untere Saarbrücker Schichten),
Schichten der mittleren Flötzzüge (mittlere Saarbrücker Schichten),
Hangende sandige und thonige Schichten (obere Saarbrücker Schichten),
Holzer Conglomerat und conglomeratische Sandsteine (Basis der oberen Saarbrücker Schichten),
Dolomitlager in den oberen Saarbrücker Schichten.
Obere flötzarme Abtheilung (Ottweiler Schichten):
Schichten des hangenden Flötzzuges (unterer Theil mit Leaia),
Dolomitischer Kalkstein in den unteren Ottweiler Schichten, Schichten des hangenden Flötzzuges (oberer Theil ohne Leaia),
} Untere Ottweiler Schichten.
Rothe Feldspathsandsteine und Schieferthone (mittlere Ottweiler Schichten).

Die Erläuterungen zu den Blättern Bouss, Saarbrücken und Dudweiler enthalten bereits viele interessante Bemerkungen über diese verschiedenen Abtheilungen der Kohlenformation, über die darin vorkommenden Steinkohlenflötze und die sie begleitenden Pflanzenreste. Der beträchtliche Unterschied der Flora der unteren (Saarbrücker) und der oberen (Ottweiler) Abtheilung ist darin hervorgehoben. Dennoch ist es höchst erwünscht, dass eine ausführlichere Arbeit über diese Steinkohlenformation in Aussicht gestellt ist, welche aus der Feder des Professor E. Weiss in den Abhandlungen zur geol. Spezialkarte Preussens erscheinen wird.

Auf dem Blatte Dudweiler sind zwei kleine Melaphyr (?) Punkte

Digitized by Google

innerhalb der Schichten des liegenden Flötzzuges bei Neuweiler angegeben, auf dem Blatte Saarbrücken ein kleiner Zug von Oberrothliegendem, das unter Buntsandstein hervortritt, dessen Auflagerung auf den Schichten der mittleren Flötzzüge durch Diluvial- und Alluvialbildung überdeckt ist.

Von den Gliedern der Trias gelangt auf diesen Blättern zur Darstellung: Mittlerer (und unterer?) Buntsandstein als grobkörniger Sandstein (Vogesensandstein), die darin in seinen unteren Schichten auftretenden Conglomerate und Dolomitlagen sind besonders angegeben; ferner oberer Buntsandstein (Röth) als feinkörniger pflanzenführender Sandstein (Voltziensandstein). Derselbe wird als Bau- und Werkstein vielfach benutzt und ist daher auch an vielen Stellen aufgeschlossen, Röth als rother und bunter Schieferletten mit Gips kommt in diesem ganzen Gebiete nicht vor.

Der Muschelkalk beginnt in der unteren Abtheilung mit feinkörnigen thonigen Sandsteinen und Dolomitlagen (Muschelsandstein), darauf folgt die obere Abtheilung als obere dolomitische Zone, ausgezeichnet durch das Vorkommen von *Myophoria orbicularis;* der mittlere Muschelkalk ist aus grauem Mergelschiefer mit Gipslager, darüber aus weissen, dolomitischen Kalksteinlagern zusammengesetzt, der obere Muschelkalk aus Trochitenkalk und den oberen Schichten mit *Ammonites nodosus.* Weiter reicht die Entwickelung der Triasschichten auf diesen Blättern nicht. Darüber beginnen auf den Terrassen und Höhen die Bedeckung von diluvialem Sand und Kies, und Lehm. Im Alluvium kommen auf den meisten Blättern kleine Partien von Kalktuff vor. Verwerfungen, welche in so beträchtlicher Zahl in der Kohlenformation vorhanden sind, lassen sich auch noch in den wenigen Schichten der Trias mit bedeutendem Höhenunterschiede der beiderseitigen Schichten und sehr grosser Längenerstreckung wahrnehmen.

Professor Troschel machte unter Vorlegung einer photographischen Abbildung Mittheilung über die durch Dr. Anton Dohrn gegründete zoologische Station in Neapel. Er betonte, dass zur Blüthe dieser Anstalt namentlich noch die Vervollständigung der Bibliothek und der Besitz eines eigenen kleinen Dampfers zum Zweck des Fanges von Thieren mit dem Schleppnetz Bedürfniss sei. Möchten der zoologischen Station die Mittel dazu zu Theil werden!

Prof. Pfeffer sprach über Zustandekommen eines hohen hydrostatischen Druckes durch endosmotische Wirkung. — In Pflanzenzellen erreicht der hydrostatische Druck des Zellinhaltes, wie der Redner nachwies, unter Umständen eine dem Drucke mehrerer Atmosphären gleichkommende Höhe, obgleich

Digitized by Google

sich nur verdünnte Lösungen in den Zellen befinden [1]). Das Zustandekommen solcher Druckkraft ist, wie der Redner theoretisch gefolgert und wie es auch experimentelle Untersuchungen erwiesen haben, durch die specifische Beschaffenheit des Primordialschlauches bedingt. Mit Verengerung der Molecularzwischenräume sinkt der Filtrationswiderstand einer Membran, und mit diesem, welcher übrigens selbst eine complexe Grösse ist, die Höhe des hydrostatischen Druckes, welchen dieselbe Lösung durch Wasseranziehung (endosmotische Wirkung) hervorzubringen vermag.

Die Molecularzwischenräume sind nun, wie im Primordialschlauch, so auch in Traube's Niederschlagsmembranen weit kleiner, als in der Zellhaut oder in thierischer Blase und so war in den Niederschlagsmembranen ein Mittel zur experimentellen Prüfung des eben bezüglich des hydrostatischen Druckes Gesagten gegeben.

Behufs des Experimentirens wurden Ferrocyankupfermembranen in geeigneter Weise in Thonzellen eingelagert [2]) und die Apparate so zusammengestellt, dass der durch die endosmotische Wirkung des eingeschlossenen Inhaltes zu Stande kommende Druck aus der Compression von Luft in Manometern berechnet werden konnte. In dieser Weise wurde z. B. constatirt, dass zweiprocentige Rohrzuckerlösung bei 20° C. einen hydrostatischen Ueberdruck von etwa 2 Atmosphären bewirkte. Mit steigender Concentration der Lösung nimmt auch der hydrostatische Druck zu, doch unterlasse ich hier Angaben zu machen, da meine Untersuchungen in dieser, wie auch in anderer Hinsicht noch nicht abgeschlossen sind. Bestimmt entschieden ist aber das allgemeine, vorhin ausgesprochene Princip und mit diesem ist auch der hohe hydrostatische Druck in Pflanzenzellen, die nur verdünnte Lösungen enthalten, erklärt. Uebrigens sind Gründe zu der Annahme vorhanden, dass der Filtrationswiderstand des Primordialschlauches höher ist, als der von Ferrocyankupfermembranen [3]) und dann muss der gleiche Inhalt in letzteren weniger Druckkraft zu Stande bringen, als wenn er in einer Membran von der Beschaffenheit des Primordialschlauches eingeschlossen ist.

Der Filtrationswiderstand derselben Membran ist zunächst abhängig von der Grösse der, in den Niederschlagsmembranen

---

1) Siehe Pfeffer: Die periodischen Bewegungen der Blattorgane 1875. p. 115.

2) Die meisten Thonzellen erwiesen sich als unbrauchbar und es bedurfte vieler Mühe, um geeignetes Material zu erhalten. Uebrigens kann auch für mässigere Druckkräfte, etwa bis zu einem Ueberdruck von 2 Atmosphären, Pergamentpapier wie die Thonzellen verwandt werden. Näheres werden ausführliche Publicationen zu bringen haben.

3) Diese lässt Rohrzucker, wenn auch nur sehr langsam, noch passiren.

Digitized by Google

gleich weiten Molecularzwischenräume, der Anziehung zwischen Substanz der Molecüle und der imbibirenden Flüssigkeit und der Viscosität dieser letzteren. Mit diesen Grössen ist der Filtrationswiderstand, mit diesem aber auch der von einer gegebenen Lösung endosmotisch hervorgebrachte hydrostatische Druck variabel. Deshalb nimmt dieser, soweit er von der Membran abhängig ist, mit steigender Temperatur ab, weil sich mit Vermehrung der lebendigen Kraft der Membranmolecüle, gleichzeitig die mittleren Abstände dieser, nach den Grundzügen der mechanischen Wärmetheorie, durch die wirklich geleistete innere Arbeit (Werkinhalt Clausius) vergrössern, weil ferner die Adhäsion der Flüssigkeit und deren Viscosität sich vermindern. In der That zeigen meine Apparate mit steigender Temperatur, innerhalb der bis dahin beobachteten Grenzen, eine sehr erhebliche Senkung des hydrostatischen Druckes [1]). Ebenso wird dieser aber auch in allen anderen Fällen sinken oder steigen, wenn einzelne oder alle der genannten Variabeln sich so ändern, dass die Resultirende der Gesammtänderung eine Variation des Filtrationswiderstandes bedingt.

Aus den angedeuteten Beziehungen folgt ohne weiteres, dass vermehrter Lichtzutritt, sofern durch die Lichtstrahlen Arbeit in dem Primordialschlauch geleistet, die Energie (Clausius) der Molecüle dieses also vermehrt wird, eine Verminderung des hydrostatischen Druckes nach sich ziehen muss, wenn nicht gleichzeitig andere compensirende Vorgänge in Aktion gesetzt werden. In wie weit letzteres in pflanzlichen Zellen, vielleicht nur in gewissen Zellen, zutrifft, kann ich zur Zeit nicht sagen, jedoch in manchen Fällen vermuthen, soviel glaube ich aber schon als sicher hinstellen zu dürfen, dass die Verminderung der Ausdehnungskraft von Zellen, wie sie durch Helligkeitszunahme hervorgerufen wird [2]), auf der Moleculararbeit des Lichtes im Primordialschlauch beruht. Damit ist denn aber ein solcher Vorgang auf Molecularbewegung zurückgeführt und mit ihm sind es, wie meine Untersuchungen ergeben, die Receptionsbewegungen und die periodischen Bewegungen, sind es auch unter Einfluss der Beleuchtungsverhältnisse hervorgerufenen Hemmungen und Verlangsamungen des Wachsens. Gleicherweise sind auch die Molecularbewegungen im Primordialschlauch zu durchschauen, welche die Reizbewegung gewisser Pflanzentheile nach sich ziehen, denn jener kann nunmehr bestimmt als der bei Reizung variabele Theil angesprochen werden [3]). Schon aus meinen früheren

1) Die Pflanzenzellen dürften sich ähnlich verhalten, doch kann die durch die Membranänderung bedingte Senkung des hydrostatischen Druckes natürlich durch im entgegengesetzten Sinne wirkende Kräfte compensirt werden.

2) Pfeffer, Period. Bewegungen 1875. p. 8 ff.

3) Siehe Pfeffer, Physiol. Untersuchungen 1873, p. 139.

Digitized by Google

Untersuchungen folgt, dass der Filtrationswiderstand des Primordialschlauches in Folge einer Reizung plötzlich sinkt, es geht ferner daraus bestimmt hervor, dass es sich um eine durch Zerfällung eines Körpers, durch eine Explosion zu Stande kommende Arbeitsleistung handelt und im einfachsten Falle müssen die Moleküle des Primordialschlauches plötzlich auseinander geschleudert werden, um sehr bald wieder in die durch ihre gegenseitige Anziehung und Abstossung bedingte Gleichgewichtslage zurückzukehren. Die Zellhaut aber ist nur durch den von ihr auf den Zellinhalt, vermöge ihrer elastischen Spannung, ausgeübten Druck bei der Reizbewegung betheiligt.

Dehnung und Wachsthum sind, wie sie uns entgegentreten, immer nur resultirende Erscheinungen, welche zum mindesten von der Beschaffenheit des Primordialschlauches, der wasseranziehenden (endosmotischen) Wirkung der Inhaltsstoffe und dem Widerstand der Membran, in anderen Fällen aber auch noch von anderen Verhältnissen abhängen und sich mit diesen Grössen ändern, welche einzeln oder gleichzeitig variiren können. Nur wenn in jedem concreten Falle mindestens alle variirenden Grössen beachtet werden, können die in den Pflanzen sich abwickelnden Vorgänge auf physikalische, eventuell auch chemische Vorgänge zurückgeführt und damit erklärt werden. Die Variabeln sind aber natürlich nicht nur ihrer Qualität, sondern auch ihrer Quantität nach maassgebend für die Resultirende, und beides, qualitative, wie quantitative Differenzen können z. B. gerade entgegengesetzte Bewegungen nach sich ziehen [1]). Wohl zu beachten ist immer, dass der vegetabilische Organismus ein historisch gegebener Mechanismus ist, dessen Bau und die damit zusammenhängenden Leistungen wir wohl verstehen, wenn wir auch den complicirten Mechanismus nicht nachahmen können; auch die Uhr und ihre Thätigkeit kann von einem Menschen erforscht und begriffen werden, der nicht im Stande ist eine Uhr selbst zu construiren. Aeussere Einflüsse, welche Aenderungen im Organismus hervorrufen, die sich in Bewegungs- und Wachsthumsvorgängen geltend machen (von Assimilation sei hier abgesehen) wirken, so weit mir bekannt, überhaupt nur als auslösende Kräfte, welche Spannkräfte, sei es einzelne oder mehrere, in Aktion setzen, deren Leistung natürlich auch von dem specifischen Bau des Organismus abhängt. Die auslösenden und ausgelösten Kräfte einzeln zu erforschen und die davon abhängigen Erscheinungen, welche uns der Organismus bietet, nöthigenfalls als Resultirende verschiedener Componenten zu verstehen, ist ein weites und dankbares, freilich oft sehr schwieriges Feld, welches sich künftigen Forschungen darbietet.

---

1) Vgl. Pfeffer, Periodische Bewegungen p. 148.

Digitized by Google

Professor vom Rath sprach über den sogenannten Herschelit oder Seebachit von Richmond in Victoria (Australien) und legte dar, dass dieses bisher verkannte Mineral sowohl in Form als auch in Mischung mit dem Phakolith (einer Varietät des Chabasits) übereinstimme, so dass die Species »Seebachit« zu tilgen und eben so Richmond als Fundort des Herschelits zu streichen sei. Das Material zu dieser Untersuchung verdankt Redner einem Geschenk des Herrn G. Ulrich in Melbourne. — Es folgten Mittheilungen über eigenthümliche, durch Sublimation gebildete Sanidinkrystalle in einer Druse der doleritischen Lava von Bellingen im Westerwald, so wie über neue Combinationsformen des Anatas auf Eisenrosen vom Berg Cavradi in Graubünden. Die Kenntniss der beiden letzteren Vorkommnisse verdankt der Vortragende dem Herrn G. Seligmann jun. in Coblenz. — Derselbe legte dann vor und besprach die bemerkenswerthe Schrift des Professors Süss in Wien »über die Entstehung der Alpen«. Während zur Zeit und vorzugsweise in Folge der Arbeiten L. v. Buch's die Ansicht herrschte, dass die Gebirge wesentlich durch verticale Erhebungen gebildet und durch plutonische und vulcanische Gesteine emporgehoben seien, ist im Laufe der letzten Jahrzehnte in Folge zahlreicher Untersuchungen vieler Geologen mehr und mehr die Ueberzeugung zur Geltung gekommen, dass die eruptiven Gesteine bei der Entstehung der Gebirge im Allgemeinen nicht die Rolle gespielt haben, welche man früher ihnen zuschrieb, so wie dass die grossen Gebirgsketten nicht sowohl durch eine von unten nach oben in verticaler Richtung wirkende Bewegung, als vielmehr durch eine seitliche Schiebung gebildet worden sind. Als bahnbrechend für diese Auffassung sind namentlich die Arbeiten Thurmann's über den Jura zu bezeichnen. — Süss hebt mit grosser Bestimmtheit hervor, dass er, mit einer einzigen localen, zudem mehrdeutigen Ausnahme, einer Oertlichkeit in den Euganeischen Bergen, weder im mittleren Europa noch in Italien ein Beispiel einer nachweisbaren Erhebung geschichteter Gebirge durch vulcanische Gesteine kenne. Sich zu den Alpen wendend, macht er es wahrscheinlich, dass die sogenannten Centralmassen nicht die Erhebung des grossen Gebirges bewirkt haben. Es herrscht ein auffallender Gegensatz zwischen dem unregelmässigen Auftreten der granitischen Centralmassive und dem stetigen Hinstreichen der Schichtenfalten im äusseren Theile der grossen Kette. Mit dem Namen »Alpen-System« bezeichnet Süss ausser dem grossen Gebirge selbst alle jene Gebirgszüge, welche mit demselben durch das stetige Vorherrschen gewisser Streichungslinien verbunden sind, den nördlichen Appennin, Jura, Karpathen, das ungarische Mittelgebirge, die dinarischen Alpen. Die Grenzen dieses durch gleiches oder ähnliches Streichen Ein grosses Ganzes bildenden Gebirgs-Systems sind: das ältere Gebirge an den hyerischen Inseln, der Ost-

Digitized by Google

rand des Centralplateaus von Frankreich, die Südspitzen der Vogesen und des Schwarzwaldes, der südliche Umriss der böhmischen Masse. Innerhalb dieser Grenzen »entwickeln sich die gefalteten Ketten des Alpen-Systems mit wunderbarer Regelmässigkeit. Von einem dieser älteren Gebirge zum anderen spannen sie ihre Bogen, und sobald die Südspitze Böhmens umgangen ist, schwenkt das ganze Gebirge gegen Nordost, in leicht geschwungener Curve die Abhänge der älteren Gebirgstheile Mährens begleitend, bis sich weiterhin der Bogen der Karpathen ausbreitet«. Jourdy wies den stauenden Einfluss der aus Gneiss und Rothliegendem bestehenden kleinen Gebirgsmasse der Serre (nördlich von Dôle) auf die Faltungen und Brüche der Schichten des Jura nach und zeigte, wie von den Alpen her das ganze Juragebirge an die älteren Felsarten in vielen parallelen Streifen angepresst ist. Merian und Alb. Müller entdeckten durch ihre Forschungen im baseler Jura, dass in gleicher Weise Vogesen und Schwarzwald Stauungen der Schichten des Jura bedingt haben. Westlich vom Schwarzwald, wo dem Jura das offene Rheinthal gegenübersteht, treten regelmässigere Wölbungen der Schichten ein. Auch der Einfluss der böhmischen Granit- und Gneissmasse auf das Streichen der alpinen Ketten ist unverkennbar. Nach Süss bleibt zwar der Verlauf des äusseren Gebirgsrandes lange unverändert, die Flyschzone streicht von Westen nach Osten am Südfusse der böhmischen Masse Anfangs unbeirrt weiter, aber weiterhin treten in den Kalkalpen Brüche ein, deren Richtung in unverkennbarer Uebereinstimmung mit dem Verlaufe der Umrisse der böhmischen Gebirgsmasse ist. »Von Frankreich bis nach Polen spiegelt sich im Bau und dem Verlaufe des nördlichen Saums des Jura, der Ostalpen und der Karpathen bald mehr, bald minder deutlich der Umriss und sogar die Steilheit der Abdachung der entgegenstehenden älteren Gebirge, und verräth sich der Widerstand dieser älteren Massen gegen eine von den Kettengebirgen her wirkende Kraft, welche nicht wesentlich von der horizontalen abweichen konnte«. Weiter wird dargelegt, dass die Ketten des Alpen-Systems keinen symmetrischen, sondern einen einseitigen Bau besitzen. Dies ist offenbar bei dem Apennin, dem Jura, den Karpathen; auch für die Alpen selbst weist Süss in überzeugender Weise nach, dass ihnen ein unsymmetrischer Bau zukomme. Dies gilt namentlich für den westlichen Theil des Gebirges, welcher gegen das Senkungsfeld der piemontesischen Ebene seinen Bruchrand wendet, während die convexe, gegen West und Nord gerichtete Aussenseite aus gefalteten Gliedern aufgebaut ist. — Nicht auf die Alpen und das Alpen-System beschränken sich die geistvollen Combinationen von Prof. Süss. Er führt uns zum Balkan, Kaukasus, Ararat, nach Nordamerica, nach Innerasien und seinen grossen Gebirgs-Systemen, deren geologischer Erforschung der vielbeklagte Stoliczka sein

Digitized by Google

Leben zum Opfer brachte (»Sein Grab ist in Leh in Ladak. Mit Wehmuth und Dankbarkeit gedenken wir seiner«) —, um in all diesen Gebirgen und Ländern Analogien des Gebirgsbaues der Alpen zu finden und die Thatsache bestätigt zu sehen, dass nicht verticale Hebung, sondern seitliche Schiebungen die Gebirge emporgewölbt. Von einer Beantwortung der Frage, wie Gebirgsketten entstanden, sind wir leider noch weit entfernt. Die Lösung dieser Frage weist uns auf das unbekannte Innere der Erde, ihren ehemaligen, kaum zu bezweifelnden feurig flüssigen Zustand, ihre allmäliche Erstarrung und dadurch bedingte Zusammenziehung. Die geistvolle Schrift von Süss mit ihren weiten Ausblicken in Raum und Zeit darf wohl auch weiteren Kreisen empfohlen werden, welche dem Fortschritt der wissenschaftlichen Ideen zu folgen bestrebt sind. — Schliesslich erwähnte der Vortragende mit wärmstem Dankesausdruck eines Geschenkes zahlreicher vortrefflich geschlagener Gesteinstücke aus Schlesien an das naturhistorische Museum Seitens des Herrn Dr. Peck in Görlitz.

Allgemeine Sitzung vom 8. November 1875.

Vorsitzender: Prof. Binz.

Anwesend: 40 Mitglieder.

Prof. Mohr sprach über die Bedeutung des Gotthard-Tunnels für die Geologie. Man hat vielfach grosse Hoffnungen für die Geologie aus der Durchbohrung des Gotthards geschöpft, weil hier die starre Erdrinde auf einer Länge von 15½ Kilometer erschlossen werden sollte. Solche Hoffnungen sind bis jetzt beim Mont Cenis und bei dem durchbohrten Theil des Gotthards nicht in Erfüllung gegangen und konnten eigentlich mit Grund gar nicht gehegt werden. Die Reuss durchschneidet das Gotthardgebirge herunter bis Amsteg und Fluelen weit tiefer, als der höchste Punkt des Kastelhorns über der Tunnelsohle erhaben ist; und es sind so alle Felsarten des Gebirges reichlich in senkrechten und schiefen Wänden blosgelegt. Wenn man den richtigen Unterschied zwischen Geologie und Petrographie macht, welche beide häufig miteinander verwechselt werden, so kann allerdings für die Petrographie einiges erwachsen. Allein der Schritt von der Beschreibung eines Gesteins bis zur Erklärung seiner Entstehung ist ein sehr grosser. Das ganze Gotthardgebirge besteht aus geschichteten Felsarten, welche jetzt beinahe senkrecht stehen. Schichtung kann nur in horizontaler Lage und unter Wasser entstehen, und durch stoffliche Metamorphose kann die Schichtung nur immer mehr verloren gehen, aber sich nicht in einem starren Gebirge ausbilden. Wir müssen also wegen der Ganzheit der Gesteine annehmen, dass sie schon in horizontaler Lage eine solche Stärke des Gefüges angenommen hatten,

Digitized by Google

um eine Aufrichtung in die senkrechte Lage ohne vollständige Zertrümmerung zu gestatten. In der Lage, worin sich das Gotthardgebirge jetzt befindet, kann es keine bedeutende Stoffwandlung mehr erfahren.

Wenn wir nun betrachten, dass alle Gesteine des Gotthard geschichtet sind, dass diese Schichten von Glimmerschiefer, Chloritschiefer, Gneiss etc. unbestimmtemal mit einander abwechseln und stellenweise in Granit übergehen, der im Grossen auch noch Schichtung zeigt, so führt uns dies nothwendig auf ein Material zurück, in welchem die Schichtung keiner Erklärung bedarf, weil wir sie täglich entstehen sehen, und das ist der Thonschiefer. In den Schellenen stehen noch die senkrechten Platten des Thonschiefers an, werden durch den Frost abgedrückt und stürzen allmälig in das Reussthal hinab. Die Geologen nennen Uebergänge gewöhnlich das Dichtnebeneinanderliegen zweier Gesteine, und dann sagt man ebensowohl Granit geht in Gneiss über, als Gneiss in Granit. Wenn wir aber betrachten, dass durch stoffliche Metamorphose in situ die Schichtung nur verloren gehen kann, aber nicht entstehen, so müssen wir uns richtiger ausdrücken: Gneiss kann in Granit übergehen, aber nicht umgekehrt, und Thonschiefer kann in Glimmerschiefer, Chloritschiefer, Gneiss übergehen, aber auch nicht umgekehrt. Darnach ist der Thonschiefer das älteste Gestein und Granit das jüngste im Gotthard, weil im Granit alle Schichtung verloren gegangen ist. Wenn nun Glimmerschiefer an Thonschiefer anstösst, Gneiss an Glimmerschiefer und Granit an Gneiss, so ist es nicht möglich, dass hier eine andere Umwandlung, als auf nassem Wege durch Infiltration und Diffusion stattgefunden habe. Nun sind aber solche Uebergänge nicht nur im Gotthardgebirge sondern an unzähligen Stellen der Schweiz und der übrigen Welt vorhanden, und auch bis zum wirklichen Thonschiefer zurückgehend, so dass zum kleinsten Zweifel kein Raum übrig bleibt. Zum Ueberfluss kommen aber im Gotthard noch Lager von dichtem marmorartigen Kalk vor, ohne dass eine Spur einer leichter schmelzbaren Zwischenschichte, wie dies bei feuriger Einwirkung nicht anders sein könnte, vorhanden ist. Doch diese Schwierigkeit wird von der anderen Seite leicht beseitigt, indem man sie nicht beachtet. Wenn also der Gotthard-Tunnel gerade nichts ganz Neues in Betreff der Geologie gelehrt hat, so hat er doch die Ansicht von der Entstehung der krystallinischen Gesteine durch Stoffwandlung aus Thonschiefer aufs vollkommenste bestätigt. Sehen wir nun wie sich andere Lehrer der Geologie dazu stellen. Hr. Albr. Müller, Professor in Basel, hat ein kleines Schriftchen »Der Gebirgsbau des St. Gotthard« veröffentlicht, worin mit grosser Sorgfalt alle bisherigen Beobachtungen aus dem Reussthal und aus dem Tunnel selbst zusammengestellt sind. Er ist ebenfalls der Meinung (S. 25), dass aus dem Tunnelbau nicht viel Neues

Digitized by Google

hervorgehen werde, und dass die aus den Thaleinschnitten aufgenommenen Idealprofile mit dem durch den Fortschritt des Tunnels ermittelten wirklichen Erfund übereinstimmen und erhebliche Abweichungen nur selten sich zeigen würden. Ueber die Entstehung dieser Gebirge spricht er sich auf S. 17 deutlich aus. Er sagt dort: »Die meisten älteren und neueren Geologen sind geneigt, die steile Fächerstellung des Gneisses und der Schiefer in dem Gotthardmassiv als der wirklichen Schichtung entsprechend zu betrachten. Auch ich habe in diesen Gebirgen eine Reihe von Beobachtungen gesammelt, welche durchaus zu Gunsten dieser Ansicht sprechen. Die Gneisse und krystallinischen Schiefer, die nun in Folge der Hebung als senkrecht aufgerichtet erscheinen, sind durch eine langsame chemische-krystallinische Umwandlung in den Tiefen der Erde aus regelmässig geschichteten Sandsteinen, Kalksteinen, Mergeln und Thonen entstanden, welche in einer sehr entlegenen Periode aus den ehemaligen Meeren abgelagert wurden, die das von den Alpen jetzt eingenommene Areal beherrschten. Wir finden jetzt noch diese alten, grösstentheils der Uebergangsformation angehörenden krystallinischen Gesteine in vielen Gegenden senkrecht aufgerichtet.«

Es ist dies genau dieselbe Ansicht, welche ich in der ersten Auflage meiner Geschichte der Erde (1866) über die Bildung der krystallinischen Silicatgesteine aufgestellt habe, nur mit dem Unterschiede, dass ich dieselbe als die einzige und ausschliessliche gelten lasse, während alle Andern sich noch die feurige Bildung für gewisse Fälle vorbehalten. So sagt Albr. Müller auf S. 15: »Der aus den Tiefen der Erde emporsteigende alte, dem Ur- oder Grundgebirge angehörende Granit, der die darüber gelagerten Gneiss und Schiefermassen mit emporhob, scheint überall das Treibende gewesen zu sein. Jüngere Granite brachen sich öfter in feurig-flüssiger Form durch das aufgerissene Gneissgebirge empordringend Bahn und füllten die Klüfte aus, und ihnen folgten die Hornblende führenden Syenite und Diorite und andere alte (?) Eruptivgesteine, wie wir solche in den meissten granitischen Centralmassiven und so auch in denen des St. Gotthard und des Finsteraarhorns finden.«

Der Verfasser scheint hier ganz zu übersehen, dass er sich durch diesen Rückfall in die alte Schule vollkommen widerspricht. Während er an der oben von S. 17 citirten Stelle die Gneisse und krystallinischen Schiefer nur aus einer »langsamen chemisch-krystallinischen Umwandlung« entstanden erklärt, lässt er hier die bereits fertigen Gneisse durch feuerflüssig aufgestiegene Granite heben. An einer andern Stelle (S. 25) sagt er: »Eigentlich massige Granite, die also keine Spur von Schichtung oder Parallelstructur zeigen und wahrscheinlich (!) ganz andern, nämlich feurig-flüssigen (!) Ursprungs sind, fehlen im ganzen Profil des Gotthard.« Diese Behauptung ist nicht richtig; auf den Halden von Göschenen findet

Digitized by Google

man ganz ächte vollständig ausgebildete Granite. Wenn sich aber im ganzen Gotthard nach Albr. Müller keine echten Granite finden, wie kann er dann wissen, dass solche die Gneisse und Schiefergesteine gehoben haben, und dass Granit das Treibende gewesen sei. Der Granit selbst, sei er nun geschmolzen oder nicht, ist eine todte Masse und wenn er einen Ort verlassen soll um »das Treibende« zu werden, so muss doch die Ursache der Bewegung ausser ihm liegen, da er selbst schwer ist und einer grossen Gewalt bedarf um getrieben zu werden. Die plutonistische Geologie hat nun Wasserdampf als die treibende Ursache, allerdings ohne Beweis und Erfolg, aufgestellt, aber sie hat doch wenigstens dem logischen Bedürfniss einer bewegenden Ursache zu genügen versucht. Darüber lässt uns nun die obige Stelle ganz im Unklaren, da doch etwas den Raum des aufgestiegenen Granits erfüllen muss, wenn nicht ein Vacuum oder eine Wasserdampfblase darunter stecken soll. Nur findet sich in obiger Schrift noch eine merkwürdige Stelle (S. 21), welche die nasse Bildung des Feldspathes befürwortet.

»Sehr wahrscheinlich sind sie (nämlich die Gneisse) aus der chemisch-krystallinischen Umwandlung ehemaliger aus den alten Meeren abgelagerter Sandsteinbänke hervorgegangen, wobei die zur Feldspath- und Glimmerbildung nöthigen Mineralsubstanzen in gelöster (!) Form, ohne Zweifel bei höherer Temperatur und unter hohem Druck als heisse Mineralwasser die ehemals in grosser Tiefe gelagerten Sandsteine durchdrangen und hier den Feldspath, den Glimmer und andere Mineralsubstanzen krystallinisch ausschieden. Es entstanden erst kleinere, dann durch Wachsthum allmälig grösser werdende Feldspathkrystalle (!), welche die umgebenden Sandkörner und Glimmerhäutchen bei Seite drängten und dem schiefrigen Gestein im Querbruch ein augenförmiges Ansehen gaben. — Ganz in gleicher Weise sind ohne Zweifel die meisten, die Gneisslager begleitenden Glimmerschiefer, so wie Thonschiefer (?), Chloritschiefer, Talkschiefer, Hornblendeschiefer und dergleichen durch chemisch-krystallinische Umwandlung ehemaliger schiefriger Thone auf nassem (!) Wege in grossen Tiefen, also bei höherem Druck und unter höherer Temperatur entstanden.«

Hier wird nun unumwunden die nasse Entstehung des Feldspathes ganz in derselben Weise vorgetragen, wie ich solche vor 9 Jahren in dem Capitel »Bildung des Feldspathes, Hebungstheorie« S. 192 aufgestellt habe. Ich wundere mich nur, wie diese beiden sich widersprechenden Theorien, des feuerflüssigen Granits und der nassen Feldspathbildung, in einem Kopfe Platz finden, wenn sie nicht etwa in zwei verschiedenen Kammern, wie das Basaltmagma und die Granitschmelze in getrennten Heerden, abgelagert sind.

Um aber allen gerecht zu werden, lässt Herr Albr. Müller noch einige Mineralien durch Sublimation (S. 23) entstehen:

Digitized by Google

»Einzelne Mineralien scheinen auch durch Sublimation heisser Dämpfe sich in den Klüften des Gneisses abgesetzt zu haben. Kurz Feuer und Wasser haben hier vielleicht Jahrtausende zusammen gewirkt, um das Schönste und Vollendetste hervorzubringen, was das Mineralreich an edeln Formen und Stoffen zu bieten vermag. Selbst die mächtigen, gewöhnlich als Granit und Gneiss bezeichneten Felsmassen des St. Gotthard tragen in ihrer reinen krystallinischen Ausbildung den Stempel des Vollkommenen an sich, und sind, wie der Granit selbst, wahre Kunstwerke der Natur. Selbst dem Laien muss schon die Reinheit und Sauberkeit der zierlich gemengten gneiss- und granitartigen Steinarten angenehm ins Auge fallen.«

Während oben die Gegenwart von ächtem Granit am Gotthard in Abrede gestellt wurde, wird er hier als das Schönste und Vollendetste dieser Art gerühmt; oben wurde der Gneiss vom Granit gehoben, hier sind beide zierlich gemengt. Die durch nichts begründete und allen chemischen Eigenschaften der Stoffe Hohn sprechende Sublimationstheorie wollen wir unerörtert lassen.

Uebrigens ist Albr. Müller nicht der Einzige, welcher sich zur Zwei-Seelen-Theorie bekennt. So sagt Prof. Zittel in seiner Schrift: »Aus der Urzeit, München 1875« auf S. 80, dass sich gegen die feurige Entstehung des Gneisses zahlreiche Bedenken erheben lassen, und dass die ganze Ausbildung des Gneisses nicht das Ansehen eines Schmelzproduktes habe.« »Man kann ferner ernstlich daran zweifeln«, fährt er fort, »ob aus einem feuerflüssigen Gemenge überhaupt Silicate wie Feldspath und Glimmer neben freiem Quarz entstehen können.«

Dieses grosse Wort ist ganz richtig und das eigentliche Ende der plutonistischen Lehre; allein indem Zittel es gelassen ausspricht, hat er vielleicht nicht bedacht, dass er dadurch die »excommunicatio major« der orthodoxen Schule verwirkt hat, wenn er sich nicht nachträglich entschliesst, die Zwei-Seelen-Theorie anzunehmen.

»B. Cotta ist für seine Person noch immer geneigt, die grössere Masse der krystallinischen Schiefergebilde für erste und oberste Erstarrungsrinde, einige derselben für eruptiv, und sehr wenige für metamorphische Bildungen zu halten.« Er würde gewiss sehr interessant sein, diejenigen Zeichen kennen zu lernen, woran man die krystallinischen Silicate der einen und der andern Bildung erkennen könnte. Darauf hat sich noch keiner dieser Herrn eingelassen, sondern sie scheinen dieselben Bildungen heute für eruptiv, morgen für metamorphisch, je nach dem Stande des Barometers oder der Person, womit sie sprechen, halten zu dürfen.

Prof. Pfaff in Erlangen führt auf S. 145 seiner allgemeinen Geologie als metamorphische Gesteine eine Reihe krystallinischer Silicate an, »die man nicht als pyrogene, aber auch nicht als einfach wässrige sedimentäre Bildungen ansehen zu können

Digitized by Google

glaubt«, während er an andern Stellen von feuerflüssiger Bildung der Granite überfliesst. In ganz gleicher Weise lassen Vogt, Credner, Mitscherlich, von Hauer, von Hochstetter, überhaupt alle Lehrbücher der orthodoxen Geologie an einer Stelle die Bildung krystallinischer Silicate auf nassem Wege zu, während sie die Erstarrung aus dem Schmelzfluss nicht aufgeben oder verwerfen. Es passirt ihnen an irgend einer Stelle, dass sie von einer plötzlichen Anschauung ergriffen der Wahrheit die Ehre geben, dann aber, als hätten sie ein Unrecht begangen, schnell wieder den alten Irrthum in seine Rechte einsetzen. Sie haben sich auf diesem Wege zwei ganz verschiedene Entstehungsarten des Feldspathes, Glimmers, Augites, Granites, Gneisses, Glimmerschiefers, überhaupt aller Kieselerde enthaltenden Mineralien und Felsarten offen gehalten.

Es scheint diese doppelte Buchführung nur eine Art Modus vivendi zu sein, um mit den alten Freunden nicht auf einmal zu brechen. Es ist absolut unmöglich, dass ganz dasselbe Gestein, mit denselben Eigenschaften, demselben Gehalt an Wasser und eingeschlossenen Mineralien auf zwei so vollkommen von einander verschiedenen Wegen entstehen könne, ohne dass man diejenigen Antheile anzeigen könne, welche auf dem einen und welche auf dem andern Wege entstanden sind.

Es ist eine unbestrittene Thatsache, dass Schichtung sich nur unter Wasser und von im Wasser schwebenden Stoffen denken lasse. Wir sehen diesen Vorgang in allen Aestuarien der Flüsse sich täglich vollziehen. Natürlich kann diese Schichtung nur in horizontaler oder wenig davon abweichender Lage stattfinden. Ebenso ist unbestritten, dass der dichte Thonschiefer durch nasse Metamorphose aus dem Flussschlamme entstanden ist. Die Untersuchungen von Carius über die Schiefer von Eichgrün haben zu dem Resultate geführt, dass die grünen chloritischen und krystallinischen Schiefer genau dieselbe Zusammensetzung haben, wie die dicht anstossenden unkrystallinischen Schiefer, dass also die Ausbildung der krystallinischen Massen durch blose stoffliche Umsetzungen, ohne dass fremde Stoffe hinzugekommen sind, durch die blosse Wirkung der kleinen in den Schiefern enthaltenen Wassermengen stattgefunden hat. Treten aber in der durchdringenden Flüssigkeit neue Stoffe hinzu, so entstehen neue Mineralien, neue Krystalle und die Schichtung geht mehr und mehr verloren. Es ist also jeder Rest von Schichtung ein Beweis, dass man es mit einem ursprünglich pulverigen Absatz in Wasser und in der Folge nur mit einer nassen Metamorphose zu thun hat. So bleibt denn die Schichtung noch ganz deutlich im Glimmerschiefer, Chlorit-, Talk-, Hornblendeschiefer, selbst noch im Gneisse erkennbar und verschwindet endlich ganz im Granit, wenigstens in Handstücken, während man im Grossen die-

Digitized by Google

selbe oft noch erkennen kann. Eine solche geschichtete Lagerung ist bei ächt vulkanischen Laven, bei Hochofenschlacken niemals beobachtet worden. Die plutonistische Schule hat durch einen circulus vitiosus die »plattenförmige Absonderung« für sich in Anspruch genommen, indem sie dem Glimmerschiefer einen eruptiven Ursprung zuschrieb, und dann die Schieferform desselben als eine Qualität der eruptiven Gesteine ausgab. So lange die Entstehungsart eines Gesteines noch strittig ist, kann man nicht Erscheinungen an demselben als Beweis für eine vorausgesetzte Bildungsart aufstellen. Wenn man die plattenförmige Absonderung als eine Qualität der eruptiven Gesteine erklären wollte, so musste man den Beweis von den eruptiven Laven der Vulkane, aber nicht von den Gneissen und Hornblendeschiefern ableiten. Dass das häufige Abwechseln an krystallinischen Schiefern mit Granit auch im Gotthardtunnel keine andere Bildungsart als die nasse Metamorphose zulasse, ist schon oben ausgesprochen worden.

Der Hauptfehler der älteren Ansicht liegt darin, dass sie annimmt, aus einem feuerflüssigen Gemenge von Silicaten könnten sich verschiedene Mineralien ausscheiden. Zittel hat diesen Satz (s. oben) ganz richtig ausgesprochen. Es ist absolut unmöglich und ganz gegen alle chemische Erfahrung und Theorie, dass sich aus einem Schmelzflusse, der Kieselerde enthält, andere Dinge durch langsames Erkalten ausscheiden, als mikroskopische Körperchen, die man nicht trennen kann und die mit der umgebenden glasartigen Masse ganz gleich zusammengesetzt sind. Mit andern Worten blosse Entglasung, Reaumur'sches Porcellan ist das einzige mögliche Erstarrungsprodukt einer kieselerdehaltigen Schmelze, und unterscheidet sich von natürlichen Silicaten wesentlich durch das verminderte specifische Gewicht und das Fehlen aller der Zeichen der nassen Bildung, von denen ich in der ersten Auflage meiner Geschichte der Erde 13 und in der zweiten 23 aufgestellt habe. Dass sich aus einem geschmolzenen Granite ein Feldspath von dem hohen spec. Gewichte 2,65 ausscheiden soll, ist undenkbar, und diejenigen, die das glauben, haben niemals geschmolzenen Feldspath gesehen. Der Feldspath kömmt selbst im Knallgasgebläse nicht zu vollkommener Schmelzung, und ist weissglühend noch so cohärent, dass er in grossen Kugeln auf der Unterlage steht und sich mit einer Pincette als Ganzes abheben lässt. Bei dieser Schwerbeweglichkeit der Theile ist eine krystallinische Anordnung unmöglich, und wenn der Feldspath noch so langsam im Porcellanofen erstarrt, bleibt er als glasige Masse ähnlich dem Porcellan mit dem geringen spec. Gewichte 2,23 übrig. Nun ist ferner bekannt, dass Feldspath auf Kalkspathtafeln aufsitzend vorkommt, dass der Areudaler Feldspath eine färbende organische Substanz enthält, die im Feuer verbrennt, dass der bei Kiel gefundene Granit Asphalt eingeschlossen enthält,

Digitized by Google

dass also Feldspath in der That auf nassem Wege entstehen könne. Es ist ferner der Feldspath im Hohentwieler Phonolith mit Natrolith, welcher 12% chemisch gebundenes Wasser enthält, innig verwachsen, und im Basalt liegt er neben Magneteisen, ohne damit eingeschmolzen zu sein. Die Annahme, dass sich das Magneteisen aus einem geschmolzenen Trisilicat ausgeschieden habe, ist eine chemische Ungeheuerlichkeit, welche jeder Erfahrung und Theorie ins Gesicht schlägt; vielmehr ist das Magneteisen aus der Oxydation von Spatheisen entstanden, welches sich in den Siebengebirgischen Basalten in jedem kleinsten Stückchen nachweisen lässt. Nach dieser Anzahl von unbestrittenen und unbestreitbaren Thatsachen dürfte wohl die aus dem Gotthardtunnel sich von neuem ergebende Lehre festzuhalten sein, dass die krystallinischen Silicate durch Metamorphose des Thonschiefers bis hinauf zum Granit auf nassem Wege entstanden sind.

Eine eigenthümliche Stellung nimmt diesem Gegenstande gegenüber Hr. von Lasaulx ein. In zwei langen Aufsätzen in Poggendorff's Annalen (Bd. 147, S. 141 und 283) entwickelt er eine Reihe von Schlüssen, die er sämmtlich aus der mikroskopischen Untersuchung von Dünnschliffen abgeleitet haben will. Nach unsern gewöhnlichen Ansichten zeigt das Mikroskop nur was vorhanden ist, aber nicht wie es entstanden ist. Dagegen sagt Hr. v. L. (l. c. S. 304), dass zu den von ihm gezogenen Schlüssen »die mikroskopische Beobachtung den Grund gelegt hat«, und er hat die Resultate in 14 Sätzen, Resolutionen, gleichsam ein Extract einer langen und mühsamen Arbeit, am Ende zusammen gestellt, und bemerkt, dass diese Schlüsse »zum Theil neu« seien.

Der erste besagt, dass alle Gesteine der Metamorphose fähig seien und auch wirklich mehr oder weniger metamorphosirt seien. Diesen Satz habe ich 1866 in meiner Geschichte der Erde (S. 284) ausgesprochen, und zwar zu allererst, da selbst Volger und Vogt, die entschiedensten unter den nassen Geologen, dem Basalte noch eine feurige Entstehung retten wollen, die andern aber alle dem Granit und Gneiss die Metamorphose absprechen. Der zweite Satz heisst: »ursprünglicher Ausgang für alle metamorphischen Gesteine muss (!) nothwendig die erste Erstarrungsrinde der Erde sein. Mag man Granit, Gneiss oder irgend ein anderes Gestein hierfür annehmen, so muss (!) dies nothwendig das Muttergestein für alle weiteren sein«.

Auch dieser Satz ist nicht neu, denn schon Bernhard von Cotta hat ihn ausgesprochen. Der einzige Unterschied gegen v. L. besteht darin, dass letzterer keine Ausnahmen gestattet, zu welchen v. Cotta sich doch genöthigt sah. Durch diesen kühnen Griff setzt sich Hr. v. L. in Besitz der »plattenförmigen Absonderung« beim Glimmerschiefer und Gneiss, welche andern Geologen noch Bedenken

Digitized by Google

erregt hatte, da man so etwas bei vulkanischen Laven niemals beobachtet hat. Da aber Hr. v. L. zweimal das Wort »muss« gebraucht, so wird es schon gehen, denn wenn »der Bien muss« so wird er auch können. Die 3. Resolution gibt Aufschluss über die Art und Weise, wie v. L. sich das vorstellt.

3. »Sie (nämlich die metamorphischen Gesteine) können davon (nämlich vom Granit und Gneiss) abgeleitet werden a) durch Umwandlung in situ« und um uns darüber nicht in Zweifel zu lassen, fährt er fort:

5. »Wenn wir Granit oder Gneiss als Ausgang für die metamorphischen Gesteine ansehen, so bilden die Glimmerschiefer, die Frucht- (?) und andere Schiefer der gleichen Art nur die Zwischenglieder zwischen diesen beiden und dem Endresultat der Umwandlung, den echten Thonschiefern« und

6. »Die krystallinischen Schiefer sind daher nicht aus Thonschiefern, sondern die Thonschiefer aus krystallinischen Schiefern entstanden«.

Es ist heraus. Es ist nichts mehr übrig. Das Entsetzlichste haben wir gehört. Also Granit und Gneiss sind Erstarrungsprodukte der vorweltlichen Laven, und in ihnen, »in situ« sind durch stoffliche Metamorphose, d. h. durch Infiltration erst Glimmerschiefer, Chloritschiefer, zuletzt Thonschiefer entstanden, ein festes, aus feinen Körnern bestehendes Aggregat, in welchem man keine Mineralien mehr unterscheiden kann, worin sich aber die vollkommenste Schichtung eines klastischen Gesteins ausgebildet hat. Es ist nun bekannt, dass in den Thonschiefern eine ganze Welt von Seethieren in Abdrücken, d. h. als hohle Räume vorkommen. Wie soll man sich erklären, dass diese Hohlräume in ein festes Gestein, welches in situ aus Granit oder Gneiss entstanden ist, hinein gekommen seien? Wenn wir nun andererseits sehen, dass diese Thiere oder ähnliche im Meere von Flussschlamm umhüllt und vergraben werden, und dass wir die deutlichsten Reste solcher Thiere im Silur und Devon, d. h. im Thonschiefer finden, so kann man doch nicht anders schliessen, als dass diese Thonschiefer aus Flussschlamm entstanden sind, der zur Zeit, wo er die Kalkschalen dieser Thiere umhüllte, noch weich, pulverig und durchdringlich war. Ausser den Orthoceratiten, Spiriferen, Nautiliden finden sich im Thonschiefer Abdrücke von Fucusarten und Farnen, Wirbelsäulen von Fischen, Reste von Hypanthocrinus, kurz eine ganze Fauna und Flora, deren Register ganze Seiten füllt. So wie es nun natürlich ist, dass durch nasse Metamorphose die Schichtung des Thonschiefers mehr und mehr verloren geht, ebenso ist klar, dass die Thierformen durch denselben Vorgang allmählig verschwinden, und dies ist der Grund, warum die krystallinischen Schiefer so äusserst selten solche

Digitized by Google

noch aufweisen. Allein ganz fehlen sie auch da nicht. In dem Porphyr des Lenneschiefers fand sich das Schwanzschild eines Krebses, und 1814 entdeckten Charpentier und Lardy auf dem Nufenen-Passe zwischen dem oberen Wallis und Tessin in einem sehr kalkreichen Glimmerschiefer deutliche aus feinkörnigem Kalke bestehende Belemniten, welche auch später von Escher im Glimmerschiefer der Furca und von Studer in dem des Lukmanier gefunden wurden. Hier ist denn doch die Abstammung dieser Schiefer aus nassem Schlamme deutlich genug bewiesen. Das Alles stellt nun Hr. v. L. auf den Kopf, und da nun alle Thonschiefer Thierformen enthalten, und es keine »azoische« gibt, und auch die Abwesenheit von Thierformen nichts gegen ihre gleichartige Entstehung mit den vielen, Thierformen enthaltenden, beweist, so fallen die beiden Resolutionen des Hrn. v. L. als unhaltbar zusammen. Es ist übrigens auch gar nicht einzusehen, wie man aus mikroskopischen Dünnschliffen solche Schlüsse ziehen kann, denn in dem Dünnschliff kann man keine Schichtung erkennen, keinen kohlensauren Kalk, kein Spatheisen, keinen Wassergehalt, kein specifisches Gewicht. Wenn nun daraus Irrthümer entstehen, so wollen wir diese nicht dem Hrn. v. L. anrechnen, sondern es sind Fehler der Methode; er hat mit grosser Virtuosität dieses Instrument gehandhabt und auf der G-Saite Geologie gespielt. Hätte er sich die metamorphischen Schiefer von Eichgrün, welche Carius [1]) bearbeitete und welche Hr. v. L. citirt, angesehen, aber nicht im Dünnschliff, sondern in situ, auf dem Wege von dem Gölschthal-Viaducte nach Reichenbach, so würde er gefunden haben, wie der Grünsteinschiefer dicht mit einem Thonschiefer zusammenhängt, welcher an andern Stellen Thierreste enthält, also nicht aus einem starren Gestein, sondern aus einem flüssigen Schlamme entstanden sein müsse. Ob ein Besuch des Gotthard-Tunnels Hrn. v. L. umgestimmt haben würde, bezweifle ich, denn wer begreifen kann, wie aus Granit plattenförmiger Thonschiefer entsteht, wird noch viel leichter die Uebergänge aus Gneiss in Glimmerschiefer erklären. Die obigen beiden Sätze 5 und 6 sind wohl diejenigen, welche Hr. v. L. als »neue« (l. c. S. 304) angesehen haben will, und man muss ihm darin Recht geben. Bei meiner beschränkten Ansicht über die Sache, und da ich »petrographische Unterschiede nicht zu machen verstehe«, wie Hr. v. L. mir (Pogg. 138, 641) vorwirft, kann ich mir diese beiden Sätze nicht aneignen und überlasse ihm davon die Autorschaft. Wenn er aber mit seinem petrographischen Scharfsinne die Krotzen der Eifel mit dem blauen in Säulen anstehenden Basalt zusammenwirft und (Pogg. 136, 512) sagt: »Somit erscheint die Unterscheidung zwischen Laven und Ba-

1) Annalen d. Chem. u. Pharm. 94, 45.

Digitized by Google

salten völlig unbegründet«, wenn er den Bimsstein mit dem Trachyt für identisch halten muss, so bleibt es kaum fraglich, wer petrographisch am schärfsten gesehen hat.

Dr. Geissler zeigte die von Crookes erfundene »Lichtmühle« vor. In einem luftleeren Raume befindet sich in zwei Drehpunkten ein horizontales Kreuz. An seinen gleich langen Schenkeln sind Scheiben von Hollundermark mit abwechselnd weisser und schwarzer Fläche angebracht. Im Dunkeln oder Halbdunkel steht das Ganze still; sobald aber Licht auf dasselbe fällt, drehen sich die Scheiben um die senkrechte Achse. Eine gewöhnliche Kerzenflamme reicht aus, die Bewegung hervorzurufen; directes Sonnenlicht macht sie so stark, dass man die einzelnen Theile nicht mehr unterscheiden kann. Die nähere Ursache des höchst überraschenden Vorganges ist ohne Zweifel in der stärkeren Aufsaugung des Lichtes Seitens der geschwärzten Flächen zu suchen. Geh. Rath Professor Clausius fügte erläuternde Bemerkungen über das neue Experiment an, das freilich nach unserem heutigen Stande der Kenntnisse vom Licht eine ausreichende Erklärung noch nicht zulässt.

Hierauf legte Professor Troschel eine grössere Anzahl von Exemplaren des japanischen Salamanders, *Onychodactylus japonicus*, vor, die durch den Herrn General-Arzt Mohnike gesammelt und in den Besitz des naturhistorischen Museums gekommen sind. Er machte besonders darauf aufmerksam, dass die dieser Art allein zukommenden Krallen am Ende der Zehen den erwachsenen Weibchen fehlen, während die Larven dieselben in beiden Geschlechtern besitzen, und dass die Zähne am Gaumen bei den Larven ganz anders gestellt sind, als bei den Erwachsenen. Während ihre Reihe bei den letzteren einem M gleicht, bildet sie bei den Larven einen einfachen Bogen, parallel den Kieferzähnen. Die äusserlichen Geschlechtsunterschiede sowohl der erwachsenen Thiere wie der Larven wurden hervorgehoben.

G. Becker theilte einen von Dr. Rosbach zu Trier eingesandten Bericht mit, welcher die Blüthenähre mit unentwickelten Früchten an einer gelbblühenden Melilotusart behandelt. Derselbe lautet:

Melilotus longipedicellatus, nova species.

Von

Dr. Rosbach.

Im Herbste 1855 hatte ich einige, obwohl nicht ganz vollständige, Exemplare eines von mir in der Nähe der Stadt gefundenen Melilotus nebst einer kurzen Beschreibung desselben an

Digitized by Google

Herrn Wirtgen gesandt, welcher ihn dann als *M. Brandisianus* Wtg. bestimmte (vgl. auch dessen Taschenb. d. Flora d. Rheinpr. 1857). Da mir Letzterer damals nur aus Hrn. Wirtgen's Beschreibung, in welcher ich leider Einiges vermisse, bekannt war, und ich meine Pflanze an ihrem Fundorte später nicht mehr vorfand, so liess ich die Sache auf sich beruhen. Am 19. Juli 1875 jedoch fand ich in der Nähe von Welschbillig wieder einige und zwar vollständige Exemplare der nämlichen Pflanze und konnte sie daher zu einer eingehendern Untersuchung benutzen. Ueberdies noch hatte ich durch die Gefälligkeit unseres Sectionsvorstehers Hrn. Apotheker G. Becker in Bonn Gelegenheit, nicht allein lebende Exemplare der nämlichen Pflanze, welche er eben erst bei Gerolstein gesammelt hatte, zu sehen, sondern auch gemeinschaftlich mit ihm die getrockneten Exemplare des *M. Brandisianus*, welche von Brandis und Wirtgen selbst herrührten, und welchen meine zuerst gefundenen angereiht waren, zu untersuchen und mit meinem M. zu vergleichen. Es stellten sich dabei nun schon auf den ersten Blick so bedeutende Verschiedenheiten zwischen diesen beiden heraus, dass ich jetzt nicht mehr umhin kann, letztern als eine davon durchaus verschiedene, soviel mir bekannt noch nirgends beschriebene Art anzusehen, und daher an dem früher von mir vorgeschlagenen Namen festzuhalten.

Der von mir gefundene *M. longipedicellatus* zeichnet sich schon in der Form von dem in seiner Gesellschaft vorkommenden *M. officinalis* Desr. (Koch synops.) durch seine auffallend langen Blüthenstielchen, wie auch zur Zeit, wann letztere noch gedrängt und fast senkrecht stehen, durch das eigenthümlich schopfige Ansehen der Blüthentrauben aus.

In Folgendem will ich nun auf der Grundlage von Hrn. Wirtgen's Beschreibung seines *M. Brandisianus* das beiden Arten Gemeinsame zusammen, und ihre Unterscheidungsmerkmale gegenüber stellen:

Melilotus Brandisianus Wtg.	*Melilotus longipedicellatus* Rosb.
Höhe 2'—4'.	Höhe 1'—2½'.
Stengel aufsteigend, vielästig.	
Untere Blättchen breit-verkehrt-eiförmig, die obersten länglich-verkehrt-eiförmig.	Untere Blättchen verkehrt-eiförmig, die obersten länglich-verkehrt-eiförmig, bis länglich-elliptisch.
Nebenblätter aus breitem Grunde pfriemlich verlängert,	
an den untern Aesten mit einem seitlichen Zahne, öfter sogar mit zweien versehen.	überhaupt nur selten mit einem seitlichen Zahne versehen.

Digitized by Google

	Blüthentraube später sehr locker,
?	allseitswendig,
Blüthenstielchen länger bis noch einmal so lang als der Kelch.	Blüthenstielchen 2—4 mal so lang als der Kelch,
	vor der Blüthe fast senkrecht-, nach derselben aufrecht-abstehend.
?	Schiffchen kürzer als die Flügel, diese kürzer oder eben so lang als die Fahne.
Hülsen länglich-verkehrt-eiförmig, fast schwertförmig, in der Mitte bauchig,	Hülsen schmal-lancettlich, von der Seite her platt zusammengedrückt,
?	beiderseits ganz kahl und glatt,
am Grunde in einen aus dem Kelche etwas hervorragenden Stiel verschmälert,	
nach der Spitze hin an Breite abnehmend,	nach der Spitze hin zugespitzt,
und einen langen aufwärts gerichteten Griffel tragend.	und in einen aufstrebenden Griffel von ihrer halben Länge auslaufend,
	mit an den Rändern etwas verdickter, oberer, und scharfer unterer Naht, und vom Blüthenstielchen in einem nach unten offenen, sehr stumpfen Winkel abstehend, nicht nickend.
?	

Aus dem eben Angeführten dürfte schon zur Genüge hervorgehen, dass die beiden Pflanzen keineswegs zusammengehören. Bei der nähern Untersuchung, welche Hr. Becker und ich an Hrn. Wirtgen's Exemplaren des *M. Brandisianus* vornahmen, konnten wir aber noch feststellen, dass deren Blüthenstielchen kürzer als ihre Kelche waren, dass die allerdings noch nicht völlig ausgebildeten, und oft noch von der Staubfadenröhre überzogenen Hülsen meist der Eiform sich näherten, und dass ihre Stielchen nur selten, und dann nur sehr wenig aus dem Kelche hervortraten, dass sie mehr oder weniger gerunzelt sich zeigten, zugleich flaumig behaart waren, an den abstehenden Blüthenstielchen meist schon abwärts nickten. Kurz, sie stellten, wie auch schon der blosse Anblick lehren konnte, nach unserer Ansicht nichts Anderes, als noch nicht vollständig ausgebildete Exemplare des *M. macrorrhizus* Pers. dar.

Trier, 13. August 1875.

Dr. Rosbach.

Digitized by Google

An diesen Bericht des Hrn. Dr. Rosbach erlaube ich mir folgende Bemerkungen zu knüpfen.

Von demselben und mir ist, wie eben erwähnt, ein Vergleich angestellt, um über die Wirtgen'sche Pflanze urtheilen zu können. Es hat sich dabei herausgestellt, dass beide Pflanzen von einander sehr verschieden sind. Nämlich die im Wirtgen'schen Herbar des naturhist. Vereins befindlichen, mit dem Namen *Melilotus Brandisiana* bezeichneten Pflanzen sind *Melilot. altissima* Thuill., eine häufig vorkommende Art. Wenn auch einzelne Schötchen nach der Basis hin sich verlängert zeigen, so findet dies bei einzelnen Pflanzen immer Statt, nicht allein bei letzteren. Ein Exemplar aus dem Marquart'schen Herbar des naturhist. Vereins, in früheren Jahren bei Rothenfelde gesammelt, zeigt die Neigung, in diese oben erwähnte eigenthümliche Form überzugehen, da die Schötchen lanzettlich, schmal, zusammengedrückt, wenn auch noch nicht langgestielt erscheinen.

Ohnedies sind alle Wirtgen'schen Pflanzen im ersten Blüthenstadium gesammelt, und befinden sich daher die einzelnen Schötchen gleichfalls im allerjüngsten Zustande, meist von der Krone und Staubfadenröhre noch umhüllt.

Nun ist dieselbe Pflanze gelbblühend, wie vorhin erwähnt, von mir am Eisenbahndamm bei Gerolstein, zwischen *Melilot. officinalis* Desr. wachsend, gefunden, im abgeblühten Zustande. In der Nähe befand sich keine andere Melilotus-Art.

Gleichfalls fand sich Ende August d. J. in der Nähe von Bonn ganz genau dieselbe Form, wie aus vorliegenden Pflanzen hervorgeht, diese mit weisser Blüthe, unter *Melilotus alba* Desr., mit dem Korollencharakter dieser Art. In der Umgebung fand sich nur diese weissblüthige Art. Es ist dies am Eisenbahndamm des Trajectes, auf dem linken Rheinufer.

Eine nähere Untersuchung ergiebt nun Folgendes. Die Pollenkörner der Staubbeutel erschienen sämmtlich leer, also steril. Die ziemlich lang gestielten, aufrecht abstehenden, bei unsern beiderseits gesammelten Pflanzen tauben, sterilen, schmallanzettlichen, platten Schötchen zeigen aufgeweicht und geöffnet kurz gestielte ovale gänzlich unbefruchtete Eichen zu 4—6; man sieht, wie sie bei allen diesen abgeblühten Pflanzen auf der ersten Entwickelungsstufe stehen geblieben sind.

Vergleichen wir nun hiermit die kurz gestielten, abwärts gebogenen, angeschwollenen fruchtbaren Schötchen an den Fruchtähren aller andern Melilotus-Arten — so erscheint die Ansicht nicht ungerechtfertigt, diese neuen gelb- wie weissblüthigen Formen von Melilotus für eine, unter gewissen Bedingungen entstandene Modification oder Krankheit der betreffenden Arten, und nicht für einen

Digitized by Google

Bastard, noch weniger aber für eine neue Art zu halten, also diesen Fall als eine Anomalie zu betrachten.

Die Pflanzen von Gerolstein und Bonn, welche im ersten Stadium ihrer Fruchtentwicklung stehen geblieben, waren in der Entwicklung ihrer Stengel und Blatttheile naturgemäss vorangeschritten und hatten fast aufgehört zu vegetiren, wesshalb dieselben zu eingehenderen Untersuchungen nicht mehr zu gebrauchen waren. Es müssen desshalb solche dem künftigen Sommer vorbehalten bleiben, wo zur richtigen Blüthezeit das Augenmerk darauf gerichtet werden soll. Alle Exemplare von Trier, Gerolstein und Bonn zeigten alle ihre Früchte in ein und demselben unentwickelten Zustande.

Eine fast ganz gleiche Erscheinung wurde von mir an einem Wiesenklee-Exemplare wahrgenommen. Unter dem gewöhnlichen Klee zeigte eine Pflanze ihre Blattstiele auf das Doppelte bis Dreifache verlängert, ihre Blüthenähren länger wie normal, gestielt; die einzelnen Blüthchen und jungen Früchtchen daran sämmtlich aufrecht stehend, auf höchst zarten verlängerten Stielen. Auch hier waren die Früchte, ähnlich wie bei vorerwähntem Melilotus, im unentwickelten Zustande stehen geblieben, und liegt auch wohl in diesem Falle obige Ursache der gedachten Erscheinung zu Grunde.

Ich gehe nun über zu einigen Mittheilungen betreffend den Zuwachs unseres Vereins-Herbar's. Es sind zwar wenige neue Pflanzen, dagegen manche wieder aufgefundene, sowie neue Standorte seltener Pflanzen in unserer Rheinischen Flora hinzugekommen. Stetig schreitet daher der Zuwachs unseres Vereins-Herbar's voran, wenn auch in bescheidenem Maasse, wie dies nicht anders sein kann.

Nun erlaube ich mir, in Kürze die wesentlichsten, in letzter Zeit eingesandten Pflanzen zu erwähnen.

Zunächst hat Dr. Rosbach zu Trier eine neue Saxifraga, aus dem grossen Kreise der caespitosa, in dortiger Gegend aufgefunden. Er nennt dieselbe *Saxifraga multifida* Rosb. und wird eine genaue Beschreibung derselben später zur Veröffentlichung einsenden. Auch erhielt derselbe von Apotheker Köster in Bitburg Exemplare von *Teucrium montanum* L., von ihm zwischen Bitburg und Erdorf gefunden, für jetzt der einzige Standort in der Rheinprovinz. *Dianthus superbus* L. ist nach Rosbach am Brandenberg bei Cordel an der Kyll sehr verbreitet, und ist dies der zweite bis jetzt bekannt gewordene Standort dieser Pflanze in der Rheinprovinz.

Sodann hat Herr C. Römer in Eupen ebenfalls im Interesse der Wissenschaft und unseres Vereins sich die Aufgabe gestellt, eine Laubmoosflora der Umgebung von Eupen in natura herzustellen, welche durch ihre Reichhaltigkeit und vielen Seltenheiten besonders werthvoll wird. Bis jetzt sind schon mehrere Sen-

Digitized by Google

dungen davon eingetroffen, welche über 200 Arten und Formen, die meisten mit Früchten versehen, repräsentiren. In Aussicht stehen noch eine grosse Anzahl von Arten, so dass das Herbar des naturhist. Vereins auch von Eupen eine spezielle Laubmoosflora besitzen wird, was dem Herrn Römer gegenüber mit Dank anerkannt werden muss. Bekanntlich besitzen wir solche Laubmoosfloren in getrockneten Pflanzen: von St. Goar durch Herrn Herpell; von Saarbrücken durch Herrn Winter; von Bonn eine Sammlung aus den Jahren 1830—36.

Es ist sehr wünschenswerth, dass sich auch von andern Orten, resp. Kreisen, Bryologen bewogen finden mögen, durch Herstellung und Einsendung solcher Local-Moosfloren das Material vervollständigen zu helfen, welches nöthig ist, um eine möglichst vollständige, getreue Laubmoosflora der Rheinlande auszuarbeiten und zu veröffentlichen.

Auch als eine neue Pflanze für die Rheinprovinz habe ich einen *Scirpus supinus* L. zu erwähnen. Dieser ist 1873 von Civilingenieur Herrn Bochkoltz zu Trier in der Umgebung von Trier aufgefunden. Die mir von demselben verehrten Exemplare zeigen verschiedene Formen der Art, welche Formen der Autor selbst benannt hat, wie aus vorliegenden Pflanzen mit Etiquetten zu ersehen. Im westlichen Deutschland ist dieser Scirpus nur einzeln im Badischen gefunden, somit derselbe eine sehr interessante Acquisition als neuer Bürger für die Rheinlande, dessen Auffindung eben dem gedachten Herrn Bochkoltz zu verdanken ist.

Von meiner Seite sind auch verschiedene neue, sowie wieder aufgefundene Standorte seltener Pflanzen zu verzeichnen. Die unbewehrte Form von *Ranunc. arvensis* L. (*inermis* Koch, *reticulatus* Schmitz u. Regel) bekanntlich früher häufig bei Endenich, später zeitweise nicht zu finden, war in diesem Sommer, 1875, an verschiedenen Stellen, oft heerdenweise, erschienen. So bei Dransdorf, Endenich, Muffendorf. Sehr wahrscheinlich wird diese Pflanze auch anderwärts zu finden sein, es ist nur sehr schwierig, unter der bewehrten gemeinen Form sie zu erkennen.

Nach Culturversuchen von Dr. Seubert 1844 u. folg. im hiesigen botanischen Garten (cfr. Jahrg. I. d. Verh.) erzeugt der Samen von dieser unbewehrten Pflanze wieder ganz dieselbe, weshalb sie als Art, und nicht als Form zu betrachten sei.

Aster parviflorus Nees. ist in grossen starken Pflanzen mit *Thalictrum flavum* L. unter den Rheinuferweiden zwischen Bonn und Plittersdorf öfter zu finden. *Graphalium luteo-album* L., im Ganzen sehr selten, ist im feuchten sandigen Rande von Wassertümpeln der Siegburger Sümpfe, so wie in sehr grosser Menge, gleichsam wie gesäet, auf sandigen feuchten Aeckern bei Beuel ver-

Digitized by Google

treten, von der einfachsten einstengeligen, bis zur robustästigen Form.

Ferner ist *Carex strigosa* Huds., seit langer Zeit vergebens gesucht, in Wirklichkeit noch an seiner ersten Marquardt'schen Fundstelle, nämlich am Brünnchen bei Poppelsdorf vorhanden. An dieser Stelle tritt die Pflanze nur vereinzelt auf, während sie in einer Schlucht bei Rolandseck häufig, sogar in Menge erscheint.

Es liegen noch Exemplare von *Ononis spinosa* mit weissen Kronen und grünem Stengel als Seltenheit vor, bei Pützchen gesammelt.

Hiermit schliesse ich meinen kurzen Bericht mit dem Wunsche, dass die active Theilnahme unserer rheinischen Botaniker, wie botanischen Freunde, an der Erforschung und Erkennung der so verschiedenartig und mannigfaltig ausgeprägten Vegetation unserer Provinz eine warme und immer rege bleiben möge.

Dr. Eb. Gieseler zeigte einen Körper, der aus einem Stück gegossener Zinkplatte von etwa $2^1/_2$ Centim. Stärke entstanden war, nachdem dasselbe vier Monate im Dampfkessel des Herrn F. Lammers in Rahden bei Minden gelegen hatte. Der Körper war gelblichbraun, sehr zerklüfteter faseriger Structur und leicht zerreiblich. Mehrere der Anwesenden entnahmen Proben zur näheren Untersuchung.

Professor vom Rath berichtigte schliesslich die Auffassung des Herrn Prof. Dr. Mohr bezüglich der Belemniten führenden schwarzen Schiefer der Nufenen unfern des St. Gotthard. Diese Schiefer sind keineswegs wahrhaft concordant den Straten oder Tafeln des Alpengneisses eingeschaltet, können demnach in keiner Weise eine sedimentäre Bildung dieses letzteren beweisen. Sie bilden vielmehr eng zusammengepresste Mulden, wie man es z. B. sehr deutlich beim Uebergang über den Greinapass nördlich von Olivone wahrnimmt.

Medicinische Section.

Sitzung vom 15. November 1875.

Vorsitzender: Prof. Binz.

Anwesend: 21 Mitglieder.

Dr. Peitzsch und Dr. Brockhaus, Assistenten der gynaekologischen Clinik, werden als ordentliche Mitglieder aufgenommen.

Durch die statutenmässige Vorstandswahl pro 1876 wird Herr Prof. Köster Vorsitzender, die DDr. Leo und Zartmann wie früher resp. Secretair und Rendant.

Es wird beschlossen, dass die Section im nächsten Jahre 8 ordentliche Sitzungen halten soll.

Professor Doutrelepont sprach über die Anwendung der

Digitized by Google

Aspiration bei eingeklemmten Brüchen. Der Vortrag wird in der deutschen Zeitschrift für Chirurgie erscheinen.

Es folgt auf diesen Vortrag eine lebhafte Discussion, an welcher sich die Herren Bayer, Madelung, Busch, Köster, Mohnike, Rühle und der Vortragende betheiligen, aus welcher hervorgeht, dass keiner der Herren die Aspiration für die Therapie der eingeklemmten Brüche empfiehlt.

Dr. Nussbaum zeigt ein Präparat einer Hernia adiposa vor.

Dr. von Mosengeil berichtet über die Resultate eines mechanischen Curverfahrens bei Athmungsbeschwerden, welche nach Ablauf einer Pleuropneumonie auftreten; diese selbst war ein intensives Recidiv einer Pneumonie nach vorausgegangenem Typhus und mit Gewebsmodification einhergehendem Zellgewebsabscess (septische Infection?). Näheres in der berliner clinischen Wochenschrift.

Allgemeine Sitzung vom 6. December 1875.

Vorsitzender: Prof. Binz.

Anwesend: 23 Mitglieder.

Der zeitige Vorsitzende, gedenkt in ehrenden Worten des am heutigen Tage beerdigten Oberbergraths Bluhme, der ein langjähriges und durch hohen wissenschaftlichen Sinn ausgezeichnetes Mitglied der Niederrheinischen Gesellschaft war.

Prof. vom Rath legte in rhombischen Oktaëdern krystallisirten Schwefel vor, welcher aus dem Schmelzfluss schon vor längerer Zeit durch Dr. Jacob in Berlin war dargestellt und durch Prof. Hanstein dem Vortragenden jetzt war übergeben worden. Die Krystalle sind von bräunlich gelber Farbe, bis 5 Mm. gross, eine Combination der Grundform P mit dem Brachydoma $\breve{P}\infty$. — Dass der Schwefel auch aus dem Schmelzfluss im rhombischen System krystallisiren könne, wurde bereits vor längeren Jahren durch einen französischen Gelehrten, Brame, dargelegt (s. Journ. f. prakt. Chem. 55, 106); doch scheint diese Angabe bezweifelt worden zu sein (s. Rammelsberg, Krystallogr. Chemie S. 25). Es darf hier auch an die vom Prof. Silvestri beobachteten und in Pogg. Ann. (Ergänzungsbd. VI. S. 356—358) beschriebenen rhombischen Krystalle des Schwefels erinnert werden, welche bei einem Brande der Grube Floristella entstanden waren.

Vom Rath zeigte dann mit lebhaftem Dankesausdruck verschiedene Gesteins- und Mineralvorkommnisse (darunter mehrere neue) vor, welche durch Hrn. Prof. Kjerulf und seine Schüler, die Hrn. Brögger und Reusch, dem mineralog. Museum verehrt worden waren. Besondere Erwähnung verdienen: ausgezeichnete Handstücke jener schönen Mineralaggregation von Sauland, Prov. Tellemarken, Norwegen, weisser Granat, rosenrother Epidot (Thulit),

Digitized by Google

blauer Vesuvian (Cyprin); ein c. 8 Ctm. grosser wohl ausgebildeter Rutilkrystall von der Apatitlagerstätte bei Bamle unfern Langesund; prachtvoller Eklogit aus dem Almeklovdal in Söndmör und Olivinfels von Birkedal, Söndmör in Norwegen; Chiastolithschiefer vom Ekern-See, in welchem man noch Spuren von Graptolithen wahrnimmt; Gesteinsstücke, wesentlich aus braunem Glimmer, Phlogopit, bestehend von der genannten Apatit-Fundstätte, welche die deutlichste Glättung und Ritzung durch Gletscher zeigen. Dass ein so weiches Mineral wie der Phlogopit die durch Gletscherbewegung hervorgebrachte Skulptur so vollkommen durch lange Zeiträume bewahren konnte, ist recht bemerkenswerth. Ein noch grösseres Interesse als die genannten Vorkommnisse erweckten zwei Funde der geehrten Geschenkgeber: silurischer Kalkstein von der Granitgrenze am Konerudkollen bei Drammen, welcher in zahlreichen, durch die Auswitterung von organischen Resten entstandenen Hohlräumen zierliche Vesuviankrystalle umschliesst; und riesige Enstatit-Krystalle von Bamle, aufgefunden durch die Hrn. Brögger und Reusch. Am Konerudkollen bildet Granit die untere, silurischer Kalkstein das obere Gehänge der südlichen Thalseite. Die Grenze verläuft im Grossen als eine unregelmässige wellige Linie, von welcher aus der Granit in zahlreichen Apophysen in die sedimentären Massen eindringt. Im Contakte sind die silurischen Schiefer in die sog. harten Schiefer umgewandelt, die Kalkschichten in derben Granat- und Vesuvianfels. Die sog. Cementknauer, Conkretionen von magnesiahaltigem Kalkstein im silurischen Schiefer, sind in Aggregate von Granat und Vesuvian verändert. Jener durch ausgewitterte organische Reste schwammig poröse Kalkstein fand sich nach Ueberschreitung der Zone der »harten Schiefer«, also etwas ferner von der Granitgrenze. Die Hohlräume rühren vorzugsweise von Korallen (Cyathophylliden) her, ausserdem nimmt man Hohlformen von Brachiopoden wahr. Die Wandungen dieser Hohlräume sind nun bekleidet mit kleinen (bis 8 Mm.) Vesuvian-Krystallen. Bemerkenswerth ist dies Vorkommen, welches von Hrn. Brögger im nächsten Heft der deutsch. geol. Zeitschr. genauer geschildert wird, weil es beweist, dass die Auswitterung und das Verschwinden der organischen Reste hier einer sehr frühen Zeit angehören müsse. Die Bildung des Vesuvians, welche wir uns als unmittelbar verbunden mit der Entstehung des Granits denken müssen, ist offenbar ein späteres Ereigniss als die Auswitterung der organischen Körper. — Die neuen Enstatite von Bamle, welche zunächst durch ihre Grösse (21 Ctm. lang, 18 Ctm. breit und eben so dick; — ein im Universitätsmusem zu Christiania befindlicher Krystall misst sogar 40 Ctm.) Bewunderung erwecken, sind an ihrer Oberfläche, doch höchstens bis zu einer Tiefe von 10 Mm., in Steatit umgewandelt, während sie im Innern noch ganz frisch erscheinen.

Digitized by Google

Spec. Gew. der talkähnlichen Rinde = 2,867; Zusammensetzung nach einer Analyse des Vortragenden

Kieselsäure	57,62
Thonerde	1,48
Eisenoxydul	1,96
Kalk	0,14
Magnesia	34,72
Wasser	4,38
	100,30

Spec. Gew. des frischen Innern der Krystalle zufolge der Bestimmung von Hrn. Stud. C. Krafft in Christiania = 3,15. Die Analyse desselben Forschers ergab:

Kieselsäure	57,67
Thonerde	1,21
Eisenoxydul	2,89
Kalk	0,00
Magnesia	37,91
Wasser	1,67
	101,35

Es ist dies die Zusammensetzung des Enstatits, mit welchem die neuen Krystalle demnach in chemischer Hinsicht übereinstimmen. Die Form ist rhombisch, doch mit merkwürdigen Deformitäten der Endigung, welche zuweilen ein ganz monoklines Ansehen bedingen. Das verticale rhombische Prisma ∞P misst 91° 30′, sehr deutliche Spaltungsrichtungen gehen den Flächen desselben parallel. Die stumpfe Prismenkante wird durch $\infty P \infty$ stets breit abgestumpft, während $\infty \breve{P} \infty$ nur schmal ist. Genauere Mittheilungen über das merkwürdige neue Vorkommen werden von Hrn. Brögger und dem Vortragenden im Monatsber. der Berl. Ak. der Wissensch. gemacht werden.

Prof. vom Rath legte dann das Werk von Prof. Dr. Jos. Al. Krenner über die Eishöhle von Dobschau in Ungarn vor und berichtete nach eigener Anschauung über diese merkwürdige Naturerscheinung. — Die Eishöhle liegt im nördlichen Theile des Gömörer Comitats, nahe dem Ursprunge des Göllnitzer Thals, dessen oberer Theil auch Stracena-Thal (nach dem slawischen Worte straceny = verloren; da die Göllnitz sich dort auf eine lange Strecke im Kalkgebirge verliert) genannt wird. Die absolute Höhe des Höhleneingangs beträgt etwa 1150 M., die Höhe über der Thalsohle kaum 100 M. Der Höhleneingang ist nur enge und befindet sich von Bäumen überschattet in einer gegen Norden gerichteten Wand des aus Triaskalkstein bestehenden Gebirges. So streifen die Sonnenstrahlen kaum jemals die Höhlenmündung, welche den von der hohen schneebedeckten Tatra wehenden Nordwinden zugekehrt

Digitized by Google

ist. Wie die Meereshöhe und die nach Norden gewandte Oeffnung, so ist auch die Neigung der Höhle, von der Felswand sich hinabsenkend ins Gebirge hinein, sowie ihre sehr enge durch Kalkgeröll fast gänzlich verstopfte untere Oeffnung von grosser Bedeutung für die Eisbildung. Die kalte schwere Luft strömt im Winter in die Höhle, während die warme Luft des Sommers nicht eindringen kann. Ausser diesen Momenten wirkt Kälte erzeugend auch die Verdunstung. Immerhin ist es in hohem Grade überraschend, dass sich eine bis 20 M. dicke gewaltige — anscheinend stets wachsende — Eismasse in einer Höhle findet, deren nächste Umgebung eine mittlere Jahrestemperatur von +3,5° C. besitzt. Von grossem Interesse sind die vergleichenden Temperatur-Beobachtungen innerhalb und ausserhalb der Höhle, welche wir Hrn. Dr. Fehér verdanken. Derselbe verzeichnete

	Höhlentemperatur.	Aussentemperatur.
Dec. 1870	—8,75° C.	—25,0° C.
Jan. 1871	—6,2 »	—21,25 »
April 1872 [1])	—0,65 »	+ 8,9 »
Mai 1871	+3,75 »	+18,1 »
Aug. 1870	+5,0 »	+22,5 »
Octob. 1870	+0,6 »	+11,25 »

Während die Temperatur-Schwankungen im Freien zufolge obiger Daten 47,5 betragen, ist die Differenz in der Höhle nur 13,75. Die mittlere Jahrestemperatur der Höhle wird von Prof. Krenner berechnet = —0,86, während die äussere +3,5 beträgt.

Die Eishöhle von Dobschau ist eine der erstaunlichsten Naturerscheinungen, welche man irgendwo nur erblicken kann; eine grosse Höhle, welche mit ungeheuren Massen Eis in allen Formen (gefrorener See und Wasserfall, Mauern, Säulen, Kuppeln, Nischen etc. erfüllt ist. Ein Felsenspalt, der nichts Anderes als eine jener zahllosen Höhlen im Kalkgebirge zu verrathen scheint, öffnet sich unter einer vorragenden Felsmasse. Ringsum die reichste Vegetation. Nur wenige Schritte und Stufen hinab, so stossen wir auf Eis. Wir steigen einige flachgeneigte Treppen abwärts (etwa 20 Stufen) und befinden uns inmitten einer Naturscene, die gewiss Niemand der sie gesehen, jemals vergessen wird. Ueber uns wölbt sich die Decke der Höhle gleich einer flachen Kuppel, während der Boden von einer glatten Eisfläche eingenommen wird. Dieser Raum erscheint annähernd kreisförmig, 50—60 M. im Durchmesser, c. 8 M. hoch. Die Decke, welche bei der Beleuchtung durch Magnesiumlicht von Millionen kleiner sehr regelmässiger hexagonaler Eistäfelchen erglänzt, wird scheinbar getragen durch drei mächtige Eis-

1) Diese Temperaturbestimmung rührt von Hrn. Prof. Krenner her.

Digitized by Google

säulen. Sie ähneln in etwa riesigen Tropfsteingebilden, wie sie in gewöhnlichen Kalkhöhlen durch Verbindung von Stalaktiten und Stalagmiten entstehen. Jene Eissäulen sind indes zum grössten Theil hohle Cylinder und erstrahlen, beleuchtet durch Magnesiumlicht in wunderbarem Glanze. Unbeschreiblich mannigfach und zierlich sind die Formen der Eisstalaktiten; gleich Bändern, Strängen, gewundenen Spiralen, gewirkten Fäden hängen die Eiszapfen herunter, nicht immer vertical, sondern oft unter c. 45° vom Hauptstamm sich abzweigend, dann vertical umbiegend. Ausser diesem weiten kuppelförmigen Raum, dem oberen Theile der Eishöhle, ist auch noch ein unterer Theil derselben vorhanden, in welchen man durch einen künstlichen Durchbruch gelangt. Diese untere Hälfte liegt etwa 20 M. tiefer als die obere. Die Scheidung wird nicht etwa durch die Kalkfelsen der Höhle gebildet, sondern ist bedingt durch das bis 20 M. dicke Eismassiv, welches an einer Stelle die sich abwärts senkende Decke der Höhle berührt und so die untere Hälfte fast völlig abschliesst. Während man im oberen Theile die grosse horizontale Eisfläche, überwölbt von der krystallbedeckten Kuppel erblickt, bewundert man in der Tiefe die erstaunliche Mächtigkeit und die Schichtung des Eismassivs, welches hier plötzlich in einer steilen Wand, von angeblich 15 bis 20 M. Höhe, abstürzt. Die Decke der Höhle senkt sich nämlich schnell herab, so dass sich diese nur als eine enge Spalte weiter abwärts zieht. Diese jähe Felswand wird von der grossen Eismasse nicht unmittelbar berührt, vielmehr bleibt hier ein 6 bis 8 M. breiter Gang zwischen dem Fels und dem Eise. Es hat das Ansehen, als ging vom Felsen eine erwärmende Wirkung aus, welche dem Eise hier nicht gestattete dem Gestein zu nahen. Die verticale Eiswand zeigt nun vortrefflich die Zusammensetzung der Masse aus lauter parallelen Schichten von etwa Zolldicke. Es wechseln Straten von homogenem durchsichtigen Eise mit solchen, welche durch zahllose Luftblasen weiss und undurchsichtig sind. Vielleicht entsprechen diese regelmässigen Schichten dem Jahreswechsel. In diesem untern Theile der Höhle erblickt man einen gefrorenen Wasserfall von wunderbarer Schönheit, sowie den sogenannten Vorhang, welcher aus den kunstvollsten Draperien gewirkt zu sein scheint. Dort ist auch die Kapelle, »eine Eisnische, die von Palmenkronen und Aloegruppen umgeben ist«. Stämme und Blätter von lauterem Eis. Man erblickt fussbreite verticale Klüfte im Felsen, welche mit wachsenden Eismauern erfüllt sind. — Auf einer hölzernen Treppe, welche auf dem steil geneigten Eismassiv ruht, steigt man wieder zur oberen Abtheilung empor. An den Stufen dieser Treppe bemerkt man die Zunahme, das Fortwachsen des Eises. Dasselbe hatte die Stufen in Jahresfrist mehrere Zoll hoch überfluthet. — Von besonderem krystallographischen Interesse sind die hexagonalen Eistafeln, welche

Digitized by Google

sich namentlich im Frühjahr, bis zu 25 Mm. Grösse an den Höhlenwandungen, besonders an den engeren Stellen derselben ansetzen und zu dem zauberhaften Anblick derselben wesentlich beitragen.

Dr. Gurlt legte vor und besprach zwei interessante Bleiglanz-Stufen von dem Bleibergwerk Madonna, bei Engelskirchen, Kreis Wipperfürth. Die erste bildete eine Druse von grossen Bleiglanzkrystallen mit den Flächen des Würfels und Oktaëders, von denen namentlich die letzteren sehr scharf ausgebildet, während die Würfelflächen mehr rauh und verzogen waren. Von besonderem Interesse sind zahlreiche Durchdringungs-Zwillinge der Hexaëder, wie sie bei Flussspath und Eisenkies oft vorkommen, aber sonst bei Bleiglanz nicht häufig sind. — Endlich zeigten sich auf diesen Krystallen Gruppen von kleinen Quarzkrystallen aufgewachsen, die also späterer Entstehung sein müssen. — Die andere Stufe bestand aus derbem Bleiglanz mit ausgezeichnet cubischer Spaltbarkeit, hatte aber an einer Seite, welche frei in einen Hohlraum hineingeragt hat, ein eigenthümlich löcheriges und zerfressenes Aussehen. Diese Stufe schliesst rundum eingewachsene Krystalle von Quarz mit den Dihexaëderflächen an jedem Ende ein, eine Ausbildung, die an das Vorkommen in gewissen Quarzporphyren erinnert und auf Gängen ziemlich selten ist. Diese Krystalle können daher nur vor dem Bleiglanze gebildet sein, oder sie sind wenigstens von gleichzeitiger Entstehung mit demselben.

Es ist von besonderem geologischen Interesse, dass diese verschiedenartige Paragenesis der beiden Mineralien auf demselben Gange beobachtet wurde.

Dr. Eb. Gieseler erläuterte einen von ihm zusammengestellten einfachen Apparat zur Messung sehr kleiner Zeiträume mit Anwendung auf die Bestimmung der Fallzeit eines frei fallenden Körpers.

1. Idee des Apparats. Der Apparat gründet sich auf die Methode der Beobachtung von Koincidenzen schwingender Pendel, die bekanntlich von Borda zuerst zur Vergleichung der Schwingungszeiten zweier Pendel benutzt wurde. — Von den zwei Pendeln des Apparats möge das eine in jeder Secunde seine Gleichgewichtslage einmal, also in 1000 Sec. 1000mal passiren, während das zweite in 1000 Sec. die Mittellinie 1001mal durchläuft. Treffen nun in einem gewissen Momente beide Pendel gleichzeitig ihre Gleichgewichtslage, so wird beim nächsten Durchgange von Pendel I, also nach einer Secunde, das Pendel II schon um einen Weg, der $^1/_{1000}$ Sec. entspricht von seiner Mittellage entfernt sein, nach 2 Sec. würde der Abstand in Zeitmaass 0,002 Sec. betragen u. s. f. bis die Pendel nach 1000 Sec. wieder zusammentreffen. Wird nun eine Einrichtung

Digitized by Google

angebracht, wodurch man den Augenblick des gleichzeitigen Zusammentreffens beider Pendel in der Mittellinie genau feststellen kann und wird ausserdem jedes Pendel in seiner äussersten Lage nach rechts durch einen leicht auszulösenden Widerstand festgehalten, so ist der Apparat in der Idee fertig und der Gebrauch, wie folgt. Es sei zunächst die Zeitdauer eines Ereignisses von weniger als 1 Secunde Dauer zu bestimmen. Dann werde beim Beginn desselben Pendel I, beim Schluss Pendel II ausgelöst. Ferner beobachte man die Zeit in Secunden am Pendel I bis beide Pendel in der Mittellage gleichzeitig eintreffen. Beträgt diese Zeit etwa 325 Secunden, so ist die Zeit des Ereignisses offenbar sehr nahe gleich 0,325 Secunden, d. h. gleich dem Zeitabstande der Pendel, als Pendel I zum erstenmal die Mittellinie passirte. Genauer betrachtet liegt die Zeit zwischen 0,325 und 0,326 Sec., sie ist nämlich gleich dem Zeitabstande der Pendel bei Beginn der Bewegung von Pendel II. Dieser ist jedoch durch eine einfache Rechnung zu ermitteln und ebenso einfach die Beobachtung längerer Zeiträume, bei denen man die ganzen Secunden am Pendel I beobachten und aus der ersten Coincidenz nach Beginn der Bewegung von II auf die Bruchtheile schliessen kann.

2. Anwendung auf die Fallmaschine. Um die vorstehende Idee durch einen einfachen Versuch zu prüfen, wurde unten an das Pendel einer Atwood'schen Fallmaschine ein umgekehrt u-förmiger Platindraht mit etwas Siegellack befestigt. Unmittelbar darunter war an das Gestell ein flaches Brettstück geschraubt mit zwei Rinnen senkrecht zur Ebene des Pendels. In die Rinnen wurde Quecksilber gegossen und die Enden des Platindrahts so gebogen, dass sie in der Gleichgewichtslage des Pendels das Quecksilber berührten, bei jeder kleinen Bewegung nach rechts oder links aber wenigstens ein Drahtende heraustrat. Der Poldraht einer galvanischen Batterie wurde nun zunächst um einen Elektromagneten geleitet, dann in das Quecksilber einer Rinne und das Quecksilber der anderen Rinne mit dem zweiten Pol der Batterie verbunden. Liess man nun das Pendel schwingen, so war der Strom bei jedem Durchgange durch die Gleichgewichtslagen einen Augenblick geschlossen und der Anker des Elektromagneten bezeichnete den Moment durch einen lauten Schlag. Da dem Verfasser ein zweites Pendel nicht zur Verfügung stand, benutzte er statt dessen die Unruhe eines Secunden-Schlagwerks. Dieselbe passirte ihre Gleichgewichtslage pro Secunde zwei Mal und wurde dem Pendel entsprechend mit u-förmigen Draht- und Quecksilberrinnen versehen, so dass, wenn man das Schlagwerk allein in die Leitung der galvanischen Batterie einschaltete, der Anker halbe Secunden schlug. Jetzt wurde der Apparat so zusammengestellt, dass der galvanische Strom sowohl den Platindraht des Pendels als den des Schlagwerks

Digitized by Google

passiren musste, dann erfolgten in Zwischenräumen von 203 Secunden 11 bis 12 Schläge des Elektromagneten, die das gleichzeitige Passiren der Gleichgewichtslagen von Pendel und Schlagwerk hervorhoben. Um nun die Fallzeit einer Kugel zu bestimmen, wurde dieselbe an einen vorher am Pendel befestigten horizontalen Draht mittelst eines Fadens so aufgehängt, dass das Pendel durch die einseitige Belastung so viel von seiner Gleichgewichtslage abwich, wie bei einer Schwingung. Unter der Kugel stand ein 32 Cm. hohes Tischlein und darunter das Schlagwerk. Die Unruhe des Schlagwerks hielt ein hakenförmig gebogener Draht in ihrer äussersten Lage nach links. Der senkrechte Draht wurde in einer anschliessenden Oeffnung der Tischplatte geführt und endigte in einer kleiner horizontalen Platte 62 Mm. lothrecht unter der Kugel. Nun wurde der die Kugel tragende Faden abgebrannt, es setzten sich dadurch Pendel und Kugel gleichzeitig in Bewegung. Sobald die fallende Kugel 62 Mm. durchlaufen hatte, traf sie das obere Ende des das Schlagwerk hemmenden Drahtes; dadurch wurde dieses ausgelöst und fing an zu schwingen. Die Beobachtung ergab nun nach 40 Secunden am Pendel beobachtet 11 Schläge des Elektromagneten und die nächste Koincidenz von der 241. bis incl. 253. Secunde mit 12 Schlägen. Wenn man beachtet, dass das Schlagwerk doppelt so oft die Mittellinie passirt, als das Pendel und ausserdem seine Secunden etwas grösser sind, so lässt sich die Fallzeit der Kugel berechnen. Nimmt man dabei das Mittel aus den beobachteten Schlägen als Augenblick der wirklichen Koincidenz so wird man finden, dass die beobachtete Zeit nur um einige Tausendtheile einer Secunde von der aus $g = 9^m,81$ berechneten abweicht. Es dürfte daraus hervorgehen, dass ein sorgfältig konstruirter Apparat dieser Art einer ausserordentlichen Genauigkeit fähig ist. Verfasser würde dazu statt des Quecksilberkontakts eine Kontaktfeder, die eine schmale Metallplatte berührt, empfehlen und um schwache Ströme zur Schonung des Kontakts anwenden zu können, statt des Elektromagneten, ein empfindliches Galvanometer in Vorschlag zu bringen.

Prof. R. Clausius sprach über ein neues Grundgesetz der Elektrodynamik. Um die electrodynamischen Erscheinungen zu erklären, hat bekanntlich W. Weber über die Kraft, welche zwei in Bewegung befindliche Electricitätstheilchen auf einander ausüben, ein Gesetz aufgestellt. Seien e und e' die beiden Electricitätstheilchen, deren jedes sowohl positiv, als auch negativ sein kann, und sei r ihre Entfernung von einander, welche als Function der Zeit t zu betrachten ist, so üben diese Theilchen nach Weber eine Abstossung auf einander aus, welche durch die Formel

$$\frac{ee'}{r^2}\left[1 - \frac{1}{c^2}\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + \frac{2}{c^2 r}\frac{d^2 r}{dt^2}\right]$$

dargestellt wird, worin c eine Constante ist.

Digitized by Google

Gegen diese Formel sind von Helmholtz Einwendungen erhoben, und auch mir hat sich aus Gründen, welche von den Helmholtz'schen ganz unabhängig sind, die Ueberzeugung aufgedrängt, dass sie der Wirklichkeit nicht entspricht. Dagegen haben meine Betrachtungen mich zu einem anderen Kraftgesetze geführt, welches ich mir erlauben will, vorläufig mitzutheilen, indem ich mir die vollständige Entwickelung der Gründe, welche mich zur Aufstellung desselben veranlasst haben, für später vorbehalte. Nur ein Paar zur Erläuterung dienende Bemerkungen muss ich der Anführung der Formeln vorausschicken.

Wenn man von der Vorstellung ausgeht, dass die electrodynamische Einwirkung zweier bewegter Electricitätstheilchen auf einander durch einen zwischen ihnen befindlichen Stoff vermittelt werde, so braucht man von ihr nicht anzunehmen, dass sie nur von der relativen Bewegung der Theilchen abhänge, sondern kann auch den absoluten Bewegungen der beiden einzelnen Theilchen einen Einfluss auf sie zuschreiben. Wenn z. B. zwei Electricitätstheilchen sich in paralleler Richtung mit gleicher Geschwindigkeit bewegen, und somit unter sich in relativer Ruhe sind, so können sie doch eine electrodynamische Wirkung auf einander ausüben, denn zu dem zwischen ihnen befindlichen Medium verhalten sie sich anders, als wirklich ruhende Theilchen. Ferner braucht man bei dieser Vorstellung auch nicht anzunehmen, dass die Richtung der electrodynamischen Kraft mit der Verbindungslinie der beiden Theilchen zusammenfalle, sondern kann auch Kräfte von anderen Richtungen als möglich zugeben.

Es mögen nun x, y, z und x', y' z' die rechtwinkligen Coordinaten der beiden in Puncten concentrirt gedachten Electricitätstheilchen e und e' zur Zeit t sein, und für die relativen Coordinaten des Theilchens e zum Theilchen e' folgende Zeichen eingeführt werden:

$$\xi = x - x', \ \eta = y - y', \ \zeta = z - z'.$$

Der Abstand der beiden Theilchen von einander heisse r. Ferner seien ds und ds' zwei von den Theilchen gleichzeitig durchlaufene Bahnelemente, ε der Winkel zwischen denselben, und v und v' die Geschwindigkeiten. Wenn dann die in die Coordinatenrichtungen fallenden Componenten der ganzen (electrostatischen und electrodynamischen) Kraft, welche das Theilchen e von dem Theilchen e' erleidet, durch Xee', Yee' und Zee' dargestellt werden, so gelten folgende, zunächst in allgemeinster Form geschriebene Gleichungen, worin k eine positive, auf das Grössenverhältniss zwischen dem electrodynamischen und dem electrostatischen Theile der Kraft bezügliche Constante ist, und n eine andere Constante bedeutet, von der weiter unten noch die Rede sein soll:

Digitized by Google

$$X = \frac{\xi}{r^3} - k\left(\frac{\xi}{r^3}\cos\varepsilon + n\frac{d^2\frac{\xi}{r}}{dsds'}\right)vv' + k\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{r}\frac{d\xi}{dt}\right)$$

$$Y = \frac{\eta}{r^3} - k\left(\frac{\eta}{r^3}\cos\varepsilon + n\frac{d^2\frac{\eta}{r}}{dsds'}\right)vv' + k\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{r}\frac{d\eta}{dt}\right)$$

$$Z = \frac{\zeta}{r^3} - k\left(\frac{\zeta}{r^3}\cos\varepsilon + n\frac{d^2\frac{\zeta}{r}}{dsds'}\right)vv' + k\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{r}\frac{d\zeta}{dt}\right).$$

Aus diesen Gleichungen kann man alle von galvanischen Strömen auf einander ausgeübten Kräfte und Inductionswirkungen ableiten.

Die drei Componenten der Kraft, welche ein Stromelement ds von einem Stromelemente ds' erleidet, werden allgemein durch folgende Ausdrücke dargestellt:

$$cii'dsds'\left(-\frac{\xi}{r^3}\cos\varepsilon + \frac{d\frac{1}{r}}{ds'}\frac{d\xi}{ds} + \frac{d\frac{1}{r}}{ds}\frac{d\xi}{ds'} - n\frac{d^2\frac{\xi}{r}}{dsds'}\right)$$

$$cii'dsds'\left(-\frac{\eta}{r^3}\cos\varepsilon + \frac{d\frac{1}{r}}{ds'}\frac{d\eta}{ds} + \frac{d\frac{1}{r}}{ds}\frac{d\eta}{ds'} - n\frac{d^2\frac{\eta}{r}}{dsds'}\right)$$

$$cii'dsds'\left(-\frac{\zeta}{r^3}\cos\varepsilon + \frac{d\frac{1}{r}}{ds'}\frac{d\zeta}{ds} + \frac{d\frac{1}{r}}{ds}\frac{d\zeta}{ds'} - n\frac{d^2\frac{\zeta}{r}}{dsds'}\right),$$

worin i und i' die Stromintensitäten bedeuten, und c eine positive Constante ist, welche von der Constanten k und ausserdem von der für die Stromintensität gewählten Maasseinheit abhängt.

Es fragt sich nun noch, welchen Werth man der Constanten n zu geben hat. Wählt man den Werth 1, so stellen die vorstehenden Ausdrücke die Componenten derselben Kraft dar, welche Ampère abgeleitet hat, nämlich einer Anziehung von der Stärke

$$cii'dsds'\left(\frac{\cos\varepsilon}{r^2} + r\frac{d^2\frac{1}{r}}{dsds'}\right).$$

Diese Ampère'sche Formel kann aber für zwei einzelne Stromelemente nicht experimentell geprüft werden, sondern die experimentelle Prüfung bezieht sich immer auf solche Fälle, wo wenigstens der eine Strom geschlossen ist. Man kann daher auch andere Kräfte zwischen zwei Stromelementen als zulässig betrachten, wenn sie nur für den Fall, wo der eine Strom geschlossen ist, dasselbe Resultat geben, welches Ampère berechnet hat. Solche Kräfte erhält man, wenn man in den obigen Ausdrücken der Constanten n verschiedene Werthe gibt, denn das in jedem der drei Ausdrücke vorkommende mit dem Factor n behaftete Glied, welches ein Differentialcoefficient zweiter Ordnung nach s und s' ist, wird

Digitized by Google

bei der Integration über einen geschlossenen Strom Null, und kann somit auf die Kraft, welche ein geschlossener Strom auf ein Stromelement ausübt, keinen Einfluss haben.

Man kann daher, wenn man nur das experimentell Bestätigte als sicher zugestehen will, vorläufig n als eine noch zu bestimmende Constante betrachten. Theoretisch am wahrscheinlichsten ist aber derjenige Werth, welcher die Grundgleichungen am einfachsten macht, nämlich der Werth Null, durch welchen jene Gleichungen übergehen in:

$$X = \frac{\xi}{r^3}(1 - kvv'\cos\varepsilon) + k\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{r}\frac{d\xi}{dt}\right)$$

$$Y = \frac{\eta}{r^3}(1 - kvv'\cos\varepsilon) + k\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{r}\frac{d\eta}{dt}\right)$$

$$Z = \frac{\zeta}{r^3}(1 - kvv'\cos\varepsilon) + k\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{r}\frac{d\zeta}{dt}\right).$$

Professor Mohr legte französische Uebersetzungen von zweien seiner Werke vor: der Toxikologie, übersetzt von Gautier und seiner Titrirmethode übersetzt von Forthomme, zweite französische Auflage nach der vierten deutschen, beide in Paris verlegt.

Derselbe sprach über die Theorie der Lichtmühle. Der Apparat war in der Allgem. Sitzung vom 8. Nov. 1875 durch Hrn. Dr. Geissler vorgezeigt worden, und es darf die Erscheinung deshalb als bekannt vorausgesetzt werden. In der Lichtmühle dreht sich ein leichter, aber doch ponderirender Körper, unter dem Einfluss von Lichtstrahlen, in dem Sinne als würde auf den schwarzen Theil der Schaufeln ein Druck ausgeübt. Es gehen nämlich die schwarzen Seiten rückwärts. Zunächst ist feststehend, dass innerhalb des Apparates, der mit der Luftpumpe möglichst luftleer gemacht ist, eine mechanische Bewegung entsteht, die man Massenbewegung nennt. Diese Bewegung ist von aussen durch das Glas und das Vacuum des Apparates in das Innere hineingedrungen. Nach den jetzigen Ansichten über Kraft und Stoff muss jede Bewegung eine Unterlage haben, d. h. an einem Körper haften, denn eine Bewegung an sich ist undenkbar. Wir müssen also annehmen, dass das Vacuum des Apparates kein absolutes ist, so wie wir auch den Weltraum nicht für absolut leer halten können, weil Wärme und Licht in Gestalt von Strahlen durch denselben hindurch gehen. Das Vacuum der Quecksilberluftpumpe kann in keinem Falle leerer sein, als die Spannung der Quecksilberdämpfe. So sehen wir auch das Licht durch das Vacuum eines ausgekochten Barometers gehen, welches in jedem Falle noch vollkommener ist, als das Vacuum der Quecksilberluftpumpe, weil in der letzteren die Verdünnungen durch fortwährende Theilung der vorhandenen Luftmenge entsteht, also

Digitized by Google

logisch niemals zu nichts werden kann, selbst wenn das Quecksilber keine Spannung hätte. Nimmt man einen Aether, den sogenannten Lichtäther, als den Träger dieser Bewegung an, so muss man ihm Materialität zuerkennen; dann aber würde er auch ponderiren und an unserer Erde verdichtet vorkommen und sich nachweisen lassen. Nimmt man aber in dem Vacuum einen sehr verdünnten Rest von atmosphärischer Luft an, so erscheint die Annahme des Aether überflüssig, für den auch noch keine Beweise sprechen.

Es kommt also jetzt darauf an, die mechanische Bewegung der kleinen Lichtmühle aus der Mechanik des Lichtstrahls zu erklären.

Der Lichtstrahl, absolut identisch mit Wärmestrahl, hat in durchlassenden Körpern eine geradlinige Bewegung, jedoch, wie man annimmt, so, dass das Molecül des Körpers sich in einer Ebene, welche senkrecht auf der Richtung steht, nach aussen bewegt, und durch die Elasticität des Körpers wieder in seine Ruhelage zurückkehrt. Diese Bewegung findet nach allen Richtungen des Raumes statt. Das bewegte Molecül theilt nun seine Bewegung dem nächst anstossenden in der Richtung des Strahles mit, und tritt selbst wieder in Ruhe zurück. Die Bewegung ist nicht verändert worden, sondern nur an einen andern Körper übertragen worden. Es hat also keine Arbeit stattgefunden. Fällt aber der Lichtstrahl auf einen Körper, den er nicht durchdringen kann, so verliert er seine Natur, und geht in eine andere Form der Bewegung, in Wärme, über, und diese ist die Arbeit des Lichtstrahls. Die Summe der Bewegung ist durch diese Umwandlung nicht verändert, sondern nur die Form der Bewegung. Allein die Wärme allein würde in der luftentleerten Glocke keine Bewegung hervorbringen können. Um diese zu erklären, muss man noch eine kleine Modification in der Form der Bewegung des leuchtenden Molecüls vornehmen.

Man nimmt gewöhnlich an, dass das leuchtende Molecül sich in einer Ebene bewege, worin es selbst in der Ruhelage den Mittelpunkt einnahm. Die Grösse der Ausweichung seitwärts von der Richtung des Strahls nennt man Intensität des Lichtes oder der Farbe; die Geschwindigkeit der Uebertragung an das zunächst liegende Molecül nennt man die Geschwindigkeit des Lichtes. Sie ist bekanntlich im Vacuum des Weltraumes gleich 42000 Meilen in der Secunde und ist gleich gross für alle Arten von Licht- und Wärmestrahl. Dagegen die Amplitude des Strahls und die Zahl der Schwingungen in der Secunde sind verschieden für alle Farben und für die Ungleichheit in der Lebhaftigkeit der Farbe.

Für die Annahme, dass das schwingende Molecül nur in einer Ebene bewege, worin seine Ruhelage den Mittelpunkt bildet, waren bis jetzt die Ansichten geltend, welche Fresnel, der Schöpfer der

Digitized by Google

neueren Vibrationstheorie, für dieselbe entwickelt und aufgestellt hat. Derselbe sagt (Pogg. 22, 73): »Nachdem ich die Möglichkeit solcher Vibrationen in einem Fluidum gezeigt habe, bleibt mir nur noch übrig zu erklären, wie es geschehen könne, dass die Molecüle desselben keine merklichen Oscillationen anders als in der Fläche der Wellen, senkrecht auf den Strahlen erleiden. Hierzu braucht man nur zwischen den Molecülen ein solches Abstossungsgesetz anzunehmen, dass die Kraft, welche sich der gegenseitigen Näherung zweier Flüssigkeiten widersetzt, weit grösser sei, als die, welche das Verschieben einer Schicht gegen die andere hemmt«. Ferner vergleicht er in Uebereinstimmung mit Young die Lichtwelle mit jenen eines angespannten Seiles von unendlicher Länge, wo ebenfalls keine Verschiebungen der Länge nach, sondern nur nach der Seite vorkommen.

Schwerd formulirt diesen Satz in seinen Beugungserscheinungen (S. 6 unter § 24): »Die Oscillationsbewegungen stehen senkrecht auf der Richtung, nach welcher sich die Wellen fortpflanzen und liegen daher in der Oberfläche der Wellen«. Unter dieser Annahme der Mechanik des Strahls ist es unmöglich für die Lichtmühle eine Erklärung zu geben. Da sie aber dennoch eine Thatsache ist, so müssen wir auf die Entstehung des Lichtstrahls zurückgehen, um vielleicht hier durch eine Modification in der Mechanik des Strahls eine Erklärung zu finden. Der Lichtstrahl geht unter allen Umständen von einem in Vibrationen befindlichen Körper aus, den wir dann leuchtend nennen. Denken wir uns eine kleine weissglühende Platinkugel, so vibriren in derselben alle kleinsten Theilchen unter sich und gegen aussen. Die Ausdehnung des Metalles erklärt man sich durch vergrösserte Vibrationen der einzelnen Theilchen, aber nicht durch Vergrösserung des materiellen Inhaltes. Dafür spricht die Erscheinung, dass weissglühende Röhren von Platin Gase hindurch lassen, dass also in dem weissglühenden Zustand eine Discontinuität der Substanz stattfindet. Die einzelnen Theile des Platins werden aber dennoch durch die Cohäsion, die selbst durch Weissglühhitze nur zum Theil aufgehoben ist, zusammengehalten. Es ist nun natürlich anzunehmen, dass die einzelnen vibrirenden Theile des leuchtenden Körpers nach allen Richtungen des Raumes schwingen, also einen Kugelraum ausfüllen, dessen Mittelpunkt die Ruhelage des Molecüls in dem erhitzten Zustande ist. An der äusseren Grenze des Körpers macht also jedes Molecül eine Bewegung, die eine Halbkugel erfüllt, und mit dieser stösst es an die lichtvermittelnde Luftschicht an. Es ist also natürlich, dass sie dieser dieselbe Bewegung mittheilt, sie also zuerst aus ihrer Ruhelage verschiebt und auf die folgende Luftschichte hinstösst, zugleich ihr aber auch die seitlichen Bewegungen ertheilt,

Digitized by Google

welche dem Querschnitt der Halbkugel entsprechen, worin das leuchtende Molecül schwingt.

Meine Ansicht geht also dahin, dass das lichtfortpflanzende Molecül der Luft nicht in der Ebene der Ruhelage schwingt, sondern dass es aus dieser Ebene durch den leuchtenden Körper herausgedrängt auf das nächst anstossende Molecül gestossen wird, diesem dieselbe Bewegung ertheilt, dann selbst aber wieder in die Ruhelage zurückkehrt, bis es wieder durch eine neue Schwingung des leuchtenden Körpers zu derselben Bewegung veranlasst wird. Ganz dieselbe Erscheinung haben wir bei den Wasser- und Schallwellen. Bei den Wasserwellen vermittelt die Cohäsion des Wassers in sich selbst und die Schwerkraft die eigenthümliche Bewegung, wonach jedes kleinste Theilchen eine kleine Ellipse beschreibt, dabei aber in die Sphäre des nebenstehenden Theilchens hineindringt. Bei dem Schalle wird die Luft von der schwingenden Seite vorwärts auf die anstossende Schicht gestossen, und diese nimmt vermöge ihrer Elasticität diesen Stoss auf, verdichtet sich und gibt diese Verdichtung an die daran stossende Luft, die noch nicht verdichtet ist, ab. Dem Schalle schreiben wir keine grosse bewegende Kraft zu, und dennoch zeigt das Zerschmettern von Glasscheiben durch eine Explosion, dass wirklich eine räumliche Vorwärtsbewegung stattfindet.

So haben wir also im Lichtstrahl eine vibratorische Bewegung senkrecht auf die Richtung des Strahls und eine andere vorwärts in der Richtung des Strahls. Bis jetzt ist nur die erste senkrechte Bewegung beobachtet und angenommen worden, allein die Lichtmühle zwingt uns, in Verbindung mit der weissglühenden Platinkugel auch eine propulsorische Bewegung anzunehmen. Fällt nun ein Strahl auf einen Körper, den er nicht durchdringen kann, so verwandelt sich die transversale Bewegung in Wärme, und die propulsorische in einen mechanischen Stoss, und dieser bewegt die schwarzen Seiten der Lichtmühle rückwärts. Dabei stösst uns noch einmal die Materialität des im luftverdünnten Raume befindlichen Stoffes auf, denn ohne eine Materie kann keine Bewegung auf einen andern Körper übertragen werden, und was der Materie an Masse fehlt, muss sie durch die Geschwindigkeit der Bewegung ersetzen.

Wird ein Luftvolum mechanisch verdünnt, so kühlt es sich ab, weil die übrig bleibenden Theilchen einen grösseren Raum durchlaufen müssen. Die dazu nothwendige lebendige Kraft nehmen sie von ihrer eignen Wärme, indem sie dieselbe in Massenbewegung umsetzen, und daher die Temperaturverminderung. Haben sie nun aus den Wänden soviel Wärme aufgenommen, dass die Ausgleichung der Temperatur stattgefunden hat, so ist die Zahl der Schwingungen bei gleicher Temperatur dieselbe wie vor der Verdünnung, aber die Geschwindigkeit der Molecüle bleibt erhöht. Je verdünnter der

Digitized by Google

Luftraum ist, desto schneller müssen sich die elastischen Flüssigkeiten in demselben bewegen.

Eine im luftleeren Raume angeschlagene Seite wird weiter ausschwingen und länger schwingen als im lufterfüllten Raume, und da sie keine Bewegung durch Schall verlieren kann, so muss die ganze bewegende Kraft des Anschlags in Wärme übergehen. Ebenso ist wahrscheinlich, dass ein leuchtender Körper im luftverdünnten Raume weiter ausschwingt, als im lufterfüllten, und dass er eine andere Vertheilung zwischen dem seitlichen und propulsorischen Antheil der Schwingung machen wird, und zwar wird er einen grösseren Theil auf die propulsorische Bewegung verwenden. Darnach erscheint uns das Vacuum, worin sich die Lichtmühle bewegt, nicht nur den Nutzen zu haben, dass es den Widerstand der Bewegung vermindert, sondern dass auch eine andere Vertheilung der lebendigen Kraft auf die beiden genannten Arten der Bewegung eintreten muss.

Eine eigenthümliche Erscheinung, welche bei den auf der einen Seite mit Metallglanz versehenen Lichtmühlen eintrat, schien sehr schwierig zu erklären. Wurde die Lichtquelle zurückgezogen, so stand der Apparat nach einiger Zeit still und bewegte sich dann im entgegengesetzten Sinne, so dass die schwarzen Seiten der Schaufeln vorwärts gingen, während sie unter dem Eindruck des Lichtes zurückwichen. Wenn man in diesem letzten Falle einen Stoss annehmen wollte, so lag es nahe, bei der umgekehrten Bewegung eine Anziehung der schwarzen Seiten vorauszusetzen. Es lässt sich der Begriff der Anziehung jedoch logisch nicht entwickeln, ebenso wenig hier, wie bei der Gravitation, dem Magnetismus oder der statischen Elektricität. Dagegen ergibt sich die Erklärung dieser seltsamen Erscheinung ganz einfach aus dem oben angenommenen Prinzip. Durch die Beleuchtung sind sämmtliche Flügel des Apparates wärmer geworden, als die umgebende verdünnte Luft und Glashülle. Sie fangen also wieder nach Wegfall der Beleuchtung an auszustrahlen und zwar die dunklen Seiten allein und auf allen Flügeln zugleich. Bei der Dünne der Flügel sind beide Seiten derselben gleich warm, allein die metallglänzenden Seiten strahlen nicht aus, sondern nur die dunkeln Seiten. Das Ausstrahlen ist aber selbst wieder nichts anderes, als die Abgabe einer Bewegung an das umgebende Mittel als Strahl. Wenn nun die schwarze Seite vermöge ihrer ausstrahlenden Wirkung Schwingungen nach aussen macht, und dabei einen Theil ihrer Bewegung an die umgebenden Molecüle der Luft als Strahl abgibt, so kann dieses Theilchen der schwarzen Seite nicht wieder in seine frühere Lage zurücktreten, sondern muss etwas vor derselben stehen bleiben, und wenn die Beweglichkeit des Apparates dies gestattet, wird eine Vorwärtsbewegung daraus hervorgehen, wie sie das Instrument zeigt. Es-

Digitized by Google

folgt nun daraus, dass jeder von Strahlen beschienene Körper, wenn die Beleuchtung von oben kommt, etwas schwerer erscheinen müsse, als er ist, und jeder ausstrahlende Körper etwas leichter.

Der Gedanke, aus der Lichtmühle einen Photometer zu erhalten, wird sich nicht realisiren lassen, da die dunkeln Wärmewellen ebenfalls Bewegung enthalten und zwar den bei weitem grössten Theil des Spectrums.

Bei der bis jetzt angenommenen Mechanik des Lichtstrahls war es unbegreiflich, warum die Molecüle der Luft (oder des Aethers) sich nur senkrecht gegen die Richtung des Strahles bewegen sollten, da man doch in dem leuchtenden Körper eine Bewegung vorwärts in der Richtung des Strahles wegen der Ausdehnung des leuchtenden Körpers annehmen musste. Man verglich die Schwingungen eines unendlich langen und gespannten Seiles mit der Bewegung eines polarisirten Lichtstrahles, übersah aber dabei, dass das Seil von der Seite angeschlagen werden musste, um die auf seine Richtung senkrechten Wellenbewegungen zu machen. Wenn man dagegen an dem Seile einen plötzlichen Ruck in der Richtung des Seiles anbrachte, so entstanden longitudinale Schwingungen, die keine Aehnlichkeit mit dem Lichtstrahl hatten. Dasselbe fand statt, wenn man einen massiven Stab von Metall oder Glas senkrecht auf das eine Ende anschlug. Auch hier entstanden nur longitudinale Schwingungen, welche vollkommene Aehnlichkeit mit der Schallwelle hatten, wobei die Molecüle senkrecht in die Elastitätssphäre des anstossenden Molecüls gedrängt wurden, aber niemals senkrecht auf die Richtung des Stosses. Nimmt man aber in dem leuchtenden Körper eine Vibration nach allen Richtungen des Raumes an, also innerhalb einer Kugel, so ergibt sich die Nothwendigkeit, dem Lichtstrahl neben der seitlichen auch eine in der Richtung des Strahles liegende Bewegung nach vorwärts zu ertheilen.

Endlich erfüllt die Theorie der Lichtmühle unaufgefordert noch eine Lücke, welche allen aufgestossen war, welche die Materialität des Weltäthers anerkennen mussten. Da eine Bewegung an sich und ohne die Unterlage eines Stoffes nicht denkbar ist, so folgt daraus nothwendig, dass derselbe den kreisenden Gestirnen ein Hinderniss darbieten müsse, dass diese in immer engere Bahnen und zuletzt in den Centralkörper hinein gelangen müssten. Damit würde das Ende des Sonnensystems, des einzigen, von dem wir Kenntniss haben, dem aber noch Millionen ähnliche zur Seite stehen können, im Laufe der Zeit gegeben sein. Muss man nun aber das Bestehen der Welt ohne Anfang zugeben, so ist es ebenso unmöglich, dass dieses Ende des Sonnensystems noch nicht eingetreten ist, und es ergab sich die Nothwendigkeit, dass noch irgend eine unbekannte Thätigkeit vorhanden sein müsse,

Digitized by Google

welche den Widerstand des Weltäthers wieder ausgleiche. Diese Thätigkeit ist nun in der Theorie der Lichtmühle gegeben. Die Strahlen der Sonne üben auf die Planeten eine abstossende Kraft aus wie auf die Flügel der Lichtmühle. Nehmen wir den Weltäther als überall gleich dicht an, wozu die Eigenschaften der Gase und die Erscheinungen der Diffusion nöthigen, so muss es für jeden Planeten eine bestimmte Entfernung geben, in welcher die abstossende Kraft der Sonne dem Widerstande des Weltmittels gleich ist. In sehr grosser Entfernung von der Sonne wird der Widerstand grösser sein können, als die propulsorische Kraft der Sonne; der Planet wird sich also in sehr langsamen Spiralgängen der Sonne nähern; damit wächst aber die abstossende Kraft der Sonne, während der Widerstand ganz gleich bleibt. Es ist demnach denkbar, dass die Annäherung zur Sonne eine Gränze finden werde, wenn beide Wirkungen einander gleich sind. Damit wäre das Sonnensystem ebenfalls eine ächte Lichtmühle, zwar in etwas anderem Sinne als bei dem kleinen Instrumente, allein dieselbe Art der Wirkung findet in beiden statt. Das geringere specifische Gewicht der entfernteren Planeten bietet für dieselbe Masse eine grössere Oberfläche dar, und es ist denkbar, dass der Saturn bei dem spec. Gewichte 0,72 ebenso in seiner grossen Entfernung diesen Punkt des Ausgleichs gefunden habe, wie die Erde mit dem spec. Gew. 5,5 und der Mercur mit jenem von 6,7. Die Phänomene der Eiszeit auf der Erde beweisen, dass die Erde im Ganzen früher weit kälter war als jetzt, was man am natürlichsten auf eine grössere Entfernung der Erde von der Sonne deuten kann. Im Laufe der Zeit hat sie sich auf ihre heutige Entfernung heruntergeschraubt, und es ist denkbar, dass sie jetzt oder vielleicht in einer noch kommenden Zeit in jene Sonnennähe gerückt ist, wo der Impuls der Sonnenstrahlen dem Widerstand des Mittels das Gleichgewicht hält. Bedenkt man nun, dass die beleuchtete Seite der Erde einer Kreisfläche von $2^1/_3$ Million Quadratmeilen (15 auf 1 Grad) gleich ist, dass die Erde ebenfalls wie die Lichtmühle im Vacuum schwebt, und dass das Licht einer Stearinkerze schon das kleine Rädchen bewegt, so muss der Stoss der Sonnenstrahlen auf die Erde einer sehr ansehnlichen Gewalt gleich kommen.

In Betreff der Ausführung der Lichtmühle dürfte es sich empfehlen, statt der Form des Schaufelrades die Form der Windmühle zu wählen, weil bei letzterer alle Flügel zu gleicher Zeit in demselben Sinne wirken, während bei der jetzigen Form nur die Differenz einer schwarzen Seite gegen eine weisse oder glänzende Seite eines Flügels zur Wirksamkeit gelangt. Es bleibt eine Aufgabe der Wissenschaft, den Druck der Sonnenstrahlen auf eine gegebene Fläche in absolutem Gewichte zu bestimmen, und zwar sowohl im luftorfüllten als luftleeren Raume.

Digitized by Google

Von den bis jetzt mir bekannt gewordenen Ansichten über die Theorie der Lichtmühle ist jene von Neesen (Pogg. 156, 144), welcher die Bewegung durch Luftströmungen zu erklären glaubt, ganz unhaltbar, denn Luftströmungen durch Wärme veranlasst, können nur aufwärts und abwärts gehen, aber nicht in horizontaler Richtung, wie sich das Rädchen der Lichtmühle bewegt. Im lufterfüllten Raume scheint ein warmer Körper andere leicht bewegliche Körper, die nach Art der Drehungen aufgehangen sind, anzuziehen, indem ein aufsteigender Luftstrom die nebenliegende Luftschicht nöthigt heranzutreten. Es ist dies nur in zweiter Instanz eine Wirkung der Wärme und dieselbe Thätigkeit, welche eine Flamme oben zuspitzt.

Geh. Rath Busch erläutert den Theil seiner Schussversuche, welcher sich auf die Rotationen des Projectils bezieht, durch einen physicalischen Apparat.

Professor Köster theilt einige Vorversuche mit über die Einwirkung der Salicylsäure auf das Knochensystem. Spongiöse Knochen können in einer $^1/_2$procentigen Lösung schon in wenigen Tagen lederweich werden, während feste Knochenstücke sich nur allmählicher auflösen. Der Zahnschmelz wird nur in geringem Grade, sehr rasch aber das Zahnbein zerstört, das z. B. durch Caries blossgelegt ist. Vortragender bemerkt, dass auch schon den Zahnärzten die schädliche Wirkung der Salicylsäure auf die Zähne aufgefallen ist. Dass nicht bloss todte Knochen, sondern auch die im lebenden Organismus durch die Salicylsäure ihrer Kalksalze beraubt werden, geht daraus hervor, dass schon wenige Stunden nach der Einnahme von Salicylsäure eine vermehrte Ausscheidung von Kalksalzen durch den Urin erfolgt.

In der hierauf folgenden Discussion bemerkt Prof. Binz, die Salicylsäure, welche sich durch neueste Untersuchungen als ein ausgezeichnetes Fiebermittel allem früheren Widerspruch zum Trotz erwiesen hat, sei bei vorübergehender innerer Anwendung, wenn diese in geeigneter Weise geschieht, ganz unschädlich. Es habe sich auch gezeigt, dass das neutrale Natronsalz das Nämliche leiste. Dieses werde übrigens, wie Rodner gefunden, zum Theil schon von freier Kohlensäure gespalten, wenn ein Körper zugegen ist, der die Salicylsäure aufnimmt. Auch innerhalb des Organismus scheine das Statt finden zu können.

Digitized by Google

Physikalische Section.

Sitzung vom 13. Dec. 1875.

Vorsitzender: Prof. Andrä.

Anwesend: 19 Mitglieder.

Dr. Gurlt sprach über das Steinsalzvorkommen im Keuper bei Hänigsen, unweit Celle in der Provinz Hannover und ergänzte dadurch seine frühere Mittheilung vom 1. März 1875. über denselben Gegenstand. Seitdem wurde das Bohrloch durch die Keuperformation weiter getrieben und darin das vierte Salzflötz mit 96.12 M. und ein fünftes mit 13.00 M. Mächtigkeit durchbohrt, bis endlich bei 529 M. die Muschelkalkformation erreicht und bei 534 M. Tiefe der Betrieb eingestellt wurde. Die salzführende Keuperformation war somit 488 M. mächtig mit 5 Steinsalzlagern, von zusammen 264 M. Dicke, durchsunken worden.

G. Seligmann aus Coblenz zeigt vor und bespricht Vorkommen der Grube Friedrichssegen bei Ober-Lahnstein unter Vorlegung der Figurentafel zu einer Arbeit über dieselben, die demnächst in den Verhandlungen des Naturhistorischen Vereins der preussischen Rheinlande und Westfalens erscheinen soll. Die Grube baut auf dem südlich der Lahn liegenden Abschnitte des sogenannten Emser Hangzuges, des liegendsten des an der untern Lahn Aufsetzenden. Sie liefert mehrere ausgezeichnete Mineralvorkommen, worunter zunächst das Weissbleierz zu erwähnen ist. Dasselbe hat sich in prächtigen Krystallen und Krystallgruppen, meistens Zwillingen nach dem Gesetze, dass ∞P Zwillingsebene ist, und zwillingsartigen Verwachsungen gefunden, deren verschiedene Ausbildungsweisen besprochen wurden. Besonders zu bemerken ist, dass Friedrichssegen als fünfter Fundpunct für die seltenen Zwillinge nach dem Gesetze „Zwillingsebenen einer Fläche von $\infty \breve{P}3$" zu den vier bekannten Solutschinsk, Rezbanya, Leadhills, Diepenlinchen hinzutritt. Pseudomorphosen von Weissbleierz sind in verschiedenen Formen nach Vitriolbleierz beobachtet worden, deren Gestalt zum Theil wohl kaum zu bestimmen sein dürfte. Brauneisenstein bildet Pseudomorphosen nach Weissbleierz. Des Weiteren hat Friedrichssegen Pyromorphit sowohl als Grün- wie als Braunbleierz geliefert; der bemerkenswertheste Fund hiervon wurde im Jahre 1867 in einer 10 M. hohen, eben so langen und 2 M. breiten Druse gemacht. Kupferlasur ist auch, und zwar in schönen flächenreichen Krystallen, vorgekommen, meist mit Malachit und Weissbleierz vergesellschaftet. Gediegenes Kupfer in seltsam verzerrten Pyramidenwürfeln baumartige Gruppen bildend und oktaedrisches Rothkupfer sind aus der Umwandlung anderer Erze hervorgegangen; eben so gediegenes

Digitized by Google

Silber in undeutlich krystallisirten moosartigen Aggregaten. Die Grube baut auf silberhaltigen Bleiglanz, aus dessen Zersetzung durch die eindringenden Tagewasser die verschiedenen Bleisalze entstanden, eben so wie aus Schwefelkupfer die Kupfersalze. Das ganze Vorkommen ist das eines eisernen Hutes.

Dr. Bertkau sprach über das sog. cribellum L. Kochs. J. Blackwall hatte auf der Unterseite mehrerer Spinnengattungen ein eigenthümliches, siebartig aussehendes Organ entdeckt, das er für ein viertes Paar Spinnwarzen erklärte. v. Siebold nahm diese Angabe in sein 1848 erschienenes „Lehrbuch der vergleichenden Anatomie" mit den mangelhaften Schilderungen Blackwall's auf, während später erscheinende Werke ähnlicher Art dieselbe nicht wiederholten. L. Koch, der das erwähnte Organ auch bei andern Gattungen auffand, nannte es, ohne über seine Natur Auskunft zu geben, cribellum (Siebchen), nach seiner äusseren Aehnlichkeit mit einem Sieb. Die Annahme Blackwall's, so weit sie überhaupt berücksichtigt wurde, fand keine Anerkennung, so von Menge, der vielmehr glaubte, Tracheen an dem betreffenden Organ habe münden sehen, weshalb er es area trachealis (Luftröhrenfeld) nannte. Auch Thorell bezweifelte die Richtigkeit der Vermuthung Blackwall's, und schlug statt des sehr passenden Namens cribellum den von der Lage hergenommenen „infra-mamillar organ" vor. Der Vortragende hat nun das betreffende Organ bei den Gattungen *Amaurobius* und *Dictyna* untersucht und gefunden, dass auf ihm allerdings, wie Blackwall vermuthete, eine grosse Anzahl einzelliger Spinndrüsen ausmündeten. Bei den untersuchten Arten waren beide Felder in der Mitte durch eine Brücke getrennt, so dass man von einem verwachsenen Spinnwarzenpaare nicht reden kann. Der stark chitinisirte Ausführungsgang, an dem sich die Zellmembram nur eine kurze Strecke weit verfolgen lässt, beginnt in Gestalt einer Blase in der Zelle, und mündet eben auf den gedachten Feldern aus, über die er sich noch etwas erhebt, ähnlich, wie es auch bei den Ausführungsgängen der übrigen Spinngefässe der Fall ist.

Wirkl. Geh. Rath von Dechen sprach über das Riesgau bei Nördlingen, hob die auffallende Oberflächen-Gestaltung dieser Gegend hervor, welche eine gegen 2 Meilen im Durchmesser betragende Einsenkung in dem Zuge des schwäbisch-fränkischen Jura-Zuges darstellt. Die Entwässerung dieses weiten Kesselthales wird durch das enge von steilen Abhängen der weissen Jura-Schichten eingeschlossene Wörnitzthal von Harburg bis Donauwörth nach der Donau hin bewirkt. Die Umfassung des zum grösten Theile mit einem reichen Alluvialboden bedeckten Thales wird von Schichten des weissen und braunen Jura gebildet. Zahlreiche Hügel erheben sich

Digitized by Google

in demselben. Sie haben eine Grundlage von Granit und krystallinischen Schiefern. An ihren Abhängen finden sich Ablagerungen von tertiärem Süsswasser-Kalk und Dolomit. Am merkwürdigsten sind die zerstreuten Partien von vulkanischem Tuff mit den vielen Schlackenstückchen, mit Bomben von Schlacke in den charakteristischen Formen, welche Gesteinsstücke der mannigfachsten Art, von Granit, krystallinischen Schiefern, der Sedimentgesteine der Umgegend und von trachitischen Felsarten einschliessen. Das Vorhandensein alter Vulkane in dieser Gegend und ihr Zusammenhang mit der gegenwärtigen Oberflächen-Gestaltung wurde nachgewiesen.

Medicinische Section.

Sitzung vom 20. December 1875.

Vorsitzender: Prof. Binz.

Anwesend: 18 Mitglieder.

1) Dr. Zartmann legt Rechnung über Einnahmen und Ausgaben das Jahres 1874 und empfängt Decharge.

2) Es wird beschlossen, dass die Einladungen zu den Sitzungen nicht ferner durch Circular, sondern nur durch Karten und Zeitungsinserat Statt finden sollen.

3) Es wird ferner festgesetzt, dass diejenigen Herren, welche in den Sitzungen Vorträge zu halten beabsichtigen, dies wenigstens 3 Tage vorher dem Vorsitzenden anzeigen mögen.

Geh. Rath Busch spricht, anknüpfend an Luecke's Abhandlungen von den Krankheiten der Schilddrüse, über die Behandlung des Kropfes durch kräftige Inspirationen.

Professor Koester spricht über Endarteriitis und Arteriitis.

Die Entstehung der entzündlichen Verdickungen der Intima der Arterien hat man verschieden erklärt:

1. durch freies nachträglich sich organisirendes Exsudat,

2. durch sog. parenchymatöse Proliferation d. h. Wucherung des Intimagewebes ohne alle Betheiligung des Gefässapparates analog der sog. parenchymatösen Hornhautentzündung,

3. durch Einwanderung weisser Blutkörperchen vom grossen Blutstrom des Gefässrohres selbst (Traube, Koster).

Die Beobachtungen Recklinghausen's und Bubnoff's, dass bei Organisation der Thromben weisse Blutkörperchen aus den perivasculären Geweben durch die Gefässwand bis in den Thrombus hinein wandern können, scheint noch nicht zur Erklärung der Endarteriitis herangezogen worden zu sein. Nur Heubner nimmt an,

Digitized by Google

dass bei der von ihm für specifisch luetisch gehaltenen Endarteriitis der Gehirngefässe in den späteren Stadien der Entwicklung der Verdickungen der Intima eine Einwanderung von weissen Blutkörperchen von den vasa nutritia der Adventitia aus statthabe, behauptet aber, dass — ausser durch andere Momente — gerade auch durch diese Erscheinung ein wesentlicher Unterschied von der gewöhnlichen Endarteriitis gegeben sei. Uebrigens hat Heubner die Ausbreitung und Verbreitung, wie sie sich nach den Untersuchungen des Vortragenden gestalten, (siehe diese Sitzungsber. vom 15. März 1875) nicht gekannt. Es ist ihm deshalb auch die Wichtigkeit der Betheiligung des capillaren Gefässapparates in der Wandung der grösseren Gefässe, namentlich in der Muscularis, für alle entzündlichen Veränderungen sämmtlicher drei Häute entgangen und er kam somit zu einer Anschauung von der Entwicklung der vermeintlichen luetischen Endarteriitis, die nicht für zutreffend erklärt werden kann. Nicht blos für die luetische Endarteriitis, sondern für jede Endarteriitis und Arteriitis überhaupt fällt dem Gefässapparat der vasa nutritia die Hauptrolle zu und die Wucherung ist nicht vom Endothel abhängig.

Damit wird aber das Specifische des Processes, den Heubner für luetisch erklärt, völlig hinfällig, ohne dass damit vor der Hand geleugnet sein soll, dass luetische Individuen eine besondere Disposition zu Arteriitis und speciell der Gehirngefässe haben.

Jedenfalls kommt eine ganz gleiche Entzündung der Arterien bei einer grossen Zahl von chronischen Entzündungen, namentlich innerhalb interstitieller entzündlicher Wucherungen vor.

Untersucht man eine Arterie, deren Intima wie gewöhnlich in Form von kleinen Höckern entzündlich verdickt ist, so findet man regelmässig in der Muscularis die in einer früheren Mittheilung (siehe diese Sitzungsber. vom 19. Januar 1875) geschilderten Flecke, an denen die Muscularis durch kernreiches Bindegewebe ersetzt ist. Dieselben liegen nicht immer direkt unter den Verdickungen der Intima, sondern sind häufig gegen diese verschoben, so dass man erst durch eine Serie von Schnitten constatiren kann, dass sie mit ersteren correspondiren. Sie sind aber auch dann noch nach den Verdickungen der Intima zu gerichtet oder schicken Ausläufer nach diesen hin. Bald liegen sie in der Mitte der Muscularis, bald mehr nach der Intima zu im inneren Drittel der Muscularis und dann scheinbar völlig getrennt von der Verdickung der Intima; bald in den innersten Schichten der Muscularis, von der Intima nur noch durch die membrana elastica getrennt, bald ganz am Boden der Höckerchen der Intima, wobei die elastische Membran zu Grunde gegangen ist.

Verfolgt man die Verhältnisse genauer durch eine Serie von Schnitten, so wird man fast immer den Zusammenhang der mesar-

Digitized by Google

teriitischen Flecke mit den endarteriitischen Höckern erkennen. Auch nach Aussen zu setzen sich die mesarteriitischen Flecke zuweilen fort, verdrängen die Muskulatur der äusseren Schichten und stehen mit entzündlichen Wucherungen der Adventitia in Verbindung. Dies geschieht Alles um und durch die vasa vasorum. Da wo diese sich capillar auflösen, ist stets eine auffallendere Wucherung des Gewebes vorhanden. Wo fast nur Capillaren die Gefässwand durchsetzen wie in den innersten Schichten der Muscularis der grösseren Gefässe und in der Wandung kleinerer und kleinster Arterien überhaupt, da ist die entzündliche Veränderung oft ganz diffus oder wenigstens mehr in die Fläche sich ausdehnend und dann innerhalb der Muscularis schwer zu erkennen. Ja in kleineren Gefässen z. B. den Gehirnarterien ist eine Mesarteriitis kaum zu erkennen. Ist aber wie gewöhnlich die entzündliche Verdickung an einer Seite dicker oder etwa überhaupt nur einseitig, so ist hier die Muscularis verdünnt und in den tiefsten Schichten der Intima kann man nicht schwer Capillaren nachweisen, ein Beweis, dass auch hier der Process von diesen abhängig ist.

Bei grösseren Arterien kann man sagen, dass jedem endarteriitischen Fleck ein oder mehrere mesarteriitische Flecke entsprechen.

Bei einer solchen Constanz des Zusammentreffens kann von keinem zufälligen Nebeneinander beider Veränderungen die Rede sein. Dabei muss noch berücksichtigt werden, dass Endarteriitis nur an Gefässen vorkommt, die von vasa nutritia versorgt werden. Freilich erstreckt sich diese Versorgung auf viel kleinere Arterien (und Venen) als man bisher anzunehmen geneigt war. Namentlich sind im Gehirne noch minimal kleine Arterien mit vasa vasorum versehen. Und daher erklärt sich nicht blos die Disposition der Gehirngefässe zu Endarteriitis, sondern auch der Umstand, dass hier bei gewöhnlicher diffuser Verbreitung der Endarteriitis noch Gefässchen von derselben befallen sind, wie sie von gleichem Kaliber etwa in den Extremitäten fast immer verschont bleiben.

Aber nicht blos im Gehirn, auch in anderen Organen, so namentlich in der Lunge besitzen die kleinsten Lungenarterien wenigstens in der Adventitia, wenn man von einer solchen reden darf, einen sehr auffallenden Reichthum an vasa nutritia. Merkwürdig und wichtig für eine grosse Reihe von Processen in den Lungen ist der Umstand, dass die die Bronchien in geringer Entfernung begleitenden Arterien von demselben Gefässapparat ihre vasa nutritia beziehen wie die Bronchien selbst d. h. von den Bronchialarterien. Letztere lösen sich also in vasa nutritia bronchiorum et vasorum auf. Damit steht in Verbindung, dass die interstitielle Entzündung, die als die Grunderkrankung aller chronischer und phthysischer

Digitized by Google

Lungenprocesse erscheint, immer gleichzeitig um die Enden der kleinsten Bronchien und um die Lungenarterien auftritt. Hier aber greift fast ganz regelmässig die Entzündung auf die Gefässwand über und führt zu einer höchst wichtigen Arteriitis, die namentlich durch die Verdickung der Intima fast oder wirklichen völligen Verschluss des Lumens verursachen kann. Eine ganze Reihe von Erscheinungen und Vorgängen werden dadurch klar.

Jedoch auch an anderen Stellen, ja bei jeder chronisch granulirenden Entzündung existiren solche in die Gefässwand durch die vasa vasorum fortgeführte entzündliche Wucherungen und man kann das Zugrundegehen der Arterien in chronisch-entzündlichen Wucherungen und in Neubildungen (siehe diese Sitzungsber. vom 21. Juni 1875) gleichfalls als eine Arteriitis auffassen.

Zieht man die Verhältnisse an kleineren Arterien mit in Betracht zur Erklärung der Endarteriitis grösserer Gefässe, so ergibt sich wohl von selbst, dass der ganze Process nur von Aussen nach Innen die Gefässwand ergreifen kann. Damit stimmt auch überein, dass die frühesten Zellinfiltrationen der Intima fast immer in der Tiefe nahe der Muscularis liegen und erst später, wenn sich in der Tiefe organisirtes Bindegewebe findet, die zelligen Parthieen nach dem Endothel zu verrücken. Dann aber haben sich die Capillaren gewöhnlich schon in die Intima vorgeschoben und sehr häufig sieht man förmliche Granulationen aus der Muscularis in die Intima vordringen, mit Lymphzellen infiltrirte Parthieen gleichsam vor sich herschiebend. Natürlich dürfen keine degenerativen Processe das Bild verdunkeln. Die entzündlichen Wucherungen haben also dann die Muscularis und die elastische Lamelle nach Innen durchbrochen.

Die Vorgänge, die Heubner in den innersten Schichten der Intima erkennt, sind desswegen durchaus nicht unrichtig. Aber sie stellen nur das dar, was überhaupt bei chronischen Entzündungen stattfindet: die Zellen der Intima, die als Endothelien von injicirbaren Saftkanälchen (entgegen den Angaben Heubner's) zu betrachten sind, vergrössern sich, werden feinkörnig, verändern ihre Form und bringen es selbst bis zur Kernwucherung. Eine wirkliche Zellvermehrung scheint nicht zu Stande zu kommen, vielmehr tritt jetzt eine fettige Degeneration ein. Gleichzeitig verdickt sich die bindegewebige Zwischensubstanz. Schon durch diese Vorgänge allein können geringe Verdickungen der Intima entstehen. Sie bilden sich aber nur durch Vermittlung der vasa nutritia, was schon daraus hervorgeht, dass sie stets einem Verbreitungsgebiet der letzteren entsprechen.

Eine eigentliche Gewebswucherung in der Intima ist immer abhängig von einer Capillarwucherung aus den vasa nutritia. Dagegen können Lymphkörperchen auch ohne diese in die Intima eindringen. Dass dieses aber, wie Koster für seine leukaemische

Digitized by Google

Endarteriitis annimmt, aus dem grossen Blutstrom stattfinden müsse, lässt sich nicht einsehen. In der Intima grosser Arterien, an deren Aussenfläche Lymphome sich verbreiteten, existirten an diesen Stellen reichlich Lymphkörperchen, ohne dass im Blute die weissen Blutkörperchen vermehrt waren. Man kann hier nur die vasa vasorum als ihre Quelle bezeichnen.

Nach Allem Diesem ergibt sich, dass auch die Endarteriitis und Arteriitis überhaupt von dem Endapparat der Gefässe d. h. den Capillaren beherrscht wird, dass auch hier wie bei andern chronischen Entzündungen zwar eine Betheiligung des Gewebes selbst statt hat, jedoch eine Gewebsneubildung nur vermittelst der Capillaren erfolgt. Die mächtigen Verdickungen der Intima sowohl grosser wie kleiner Gefässe erklären sich leicht, wenn man berücksichtigt, dass der lymphatische Apparat, die Lymphspalten der Muscularis, die Lymphgefässe derselben und auch der Adventitia durch die entzündlichen Wucherungen zu Grunde gegangen sind (l. c. 15. März, 21. Juni 1875). Zunächst werden bei dadurch verminderter Abfuhr von Ernährungsmaterial (ganz abgesehen von entzündlichem Reiz u. dgl.) schon hypertrophische Zustände der Intima eintreten, dann aber die weiteren Vorgänge sich anschliessen.

Dr. v. Mosengeil bespricht einen Apparat, den er construirte, um Gelenksteifigkeit des Ellbogengelenkes nach vorausgegangener complicirter Luxation der Vorderarmknochen, mit T-Fractur des Humerus und Fractur beider Vorderarmknochen verbunden, zu bessern. (Näheres in berl. klin. Woch.) Ferner berichtet er über die Resultate nach Anwendung elastischer Binden bei Schwellungen im Bereich der Hoden. Die Gummibinden werden mit aufgestrichenem Heftpflaster (bei Kindern mit zarter Haut mittelst Empl. cerussae) angeklebt. Sowohl angeborene, als noch nicht lange bestehende, aber wachsende acquisite Hydrocele und Schwellungen der Hoden und Nebenhoden nach Tripper wurden erfolgreich auf die Weise behandelt.

Prof. Doutrelepont berichtete folgenden Fall:

Ein 7jähriger Knabe erlitt Ende Mai d. J. eine traumatische Luxation des rechten Oberschenkels nach oben und hinten, welche nicht reponirt wurde. Am 30. Aug. wurde er in das hiesige evangelische Hospital gebracht, er hatte bis dahin auf das Bein nicht treten können, der Oberschenkel stand stark flectirt, adducirt, einwärtsgerollt und verkürzt; der Kopf des Femur deutlich auf dem Darmbein zu fühlen. D. versuchte zuerst durch permanente Extension mit der Heftpflasteransa (15 Pfd. Extension, 10 Pfd. Contraextension) den luxirten Kopf beweglicher zu machen und herunterzuziehen. Am 6. Sept. war die Verkürzung des Beins fast beseitigt, die Flection, Adduction und Einwärtsrollung nur noch sehr

Digitized by Google

gering, der Kopf in die Nähe der Pfanne heruntergezogen. Patient wurde chloroformirt, und während ein Assistent das Becken fixirte, führte D. den Oberschenkel wieder in stärkere Flection und Adduction und ging dann in Auswärtsrollung ohne Gewalt anzuwenden; der Kopf trat gleich bei dem ersten Versuche mit schnappendem Geräusche in die Pfanne ein. Geringe Entzündung des Gelenks folgte, aber jetzt kann der kleine Patient wieder gehen; die Bewegungen im Gelenke sind fast normal. D. glaubt dass er der vorher angewandten permanenten Extension das leichte Gelingen der Reposition zu verdanken habe und dass ein lange Zeit hindurch stetig fortgesetzter starker Zug mit schweren Gewichten in Fällen von veralteten Luxationen, in welchen die Reposition nicht gleich gelingt, vielleicht noch im Stande sein wird, den Kopf beweglicher zu machen, die Muskeln und Bänder zu dehnen und so die Reposition zu erleichtern. Gelingt diese dann auch nicht, so wird doch eine bessere Stellung des Oberschenkels erreicht werden, welche das luxirte Glied brauchbarer macht.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

3 2044 106 255 227

Digitized by Google